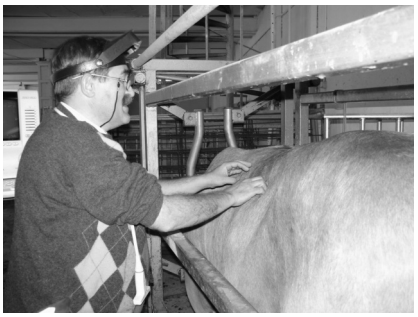
Editorial



El pasado 27 de Noviembre nos dejó repentinamente nuestro amigo Rafa, Rafael Pedro Delfa Belenguer, lo que constituye una pérdida irreemplazable para las Unidades de Sanidad y Tecnología en Producción Animal del CITA de Aragón. Encontrar a un amigo en un compañero de trabajo es difícil y por eso mismo, algo precioso. Rafa era el fiel reflejo del carácter aragonés, discreto, parco en palabras pero claro y contundente, de los que llaman a las cosas por su nombre, muy leal y profundamente generoso, siempre te alegraba el día e intentaba facilitarte el trabajo. En él habitualmente encontrábamos tanto la predisposición a ayudar, como una crítica constructiva en las diferentes actividades. Todos los días venía con la sonrisa puesta al trabajo y por eso lo echaremos en falta y nos costará acostumbrarnos a no tener ni su sonrisa, ni su apoyo incondicional, ni su buen ánimo.

Rafa se licenció en Veterinaria en la Universidad de Zaragoza y vino al entonces SIA a iniciar su labor investigadora bajo la dirección de Francisco Colomer, con el que trabajó codo con codo varios años. Cuando éste se jubiló, fue el encargado de continuar con su línea de trabajo. Compaginó la realización de su tesis doctoral con la defensa del panel de clasificación de canales de pequeños rumiantes en toda la Unión Europea, panel que había desarrollado junto a Colomer. Y es que fruto de su generosidad, tenía la costumbre de anteponer las necesidades de los demás a las suyas propias. Cuando defendió la tesis, bajo la dirección del Dr. Isidro Sierra, Rafa llevaba varios años siendo un experto de referencia en canales ovinas.

Entre sus logros científicos también destaca el ser un pionero en la aplicación de ultrasonidos para estimar la composición de la canal de los rumiantes, siendo uno de los pocos investigadores en aplicar esta técnica en España. Posiblemente fuera también la persona que más sabía de disecciones en nuestro país, lo que le llevó a colaborar con varios equipos de investigación nacionales e internacionales y a participar en numerosas publicaciones. Además, Rafa empleó mucho tiempo y energía en dotar, adecuar y mejorar las instalaciones del matadero experimental del CITA para convertirlo en un buen lugar de estudio de canales y carne. Su trabajo ha sido ampliamente reconocido por el sector y por la comunidad científica, tanto dentro como fuera de España. En septiembre de este mismo año obtuvo el premio al mejor póster en la reunión anual de la Federación Europea de Zootecnia. Rafa también se involucró activamente con AIDA, formando parte de la Junta Directiva y del Comité de Redacción de ITEA y organizando con éxito las XXV Jornadas (décimas de Producción Animal).

Por eso, Rafa, tomamos el relevo de tus retos y mantendremos la memoria de tu dedicación al trabajo y sobre todo, de tu visión positiva y alegría ante la vida. No nos olvidaremos de ti y recordaremos tu buen ánimo.

Unidades de Sanidad y Tecnología en Producción Animal del CITA de Aragón

Los miembros del Comité de Redacción de la revista ITEA, al que Rafa pertenecía y en el que colaboraba activamente, nos sumamos a las muestras de afecto y condolencia de sus colegas y amigos por su fallecimiento, muestras que queremos hacer llegar a su familia.

Sumario

Producción Animal

Efecto de algunos factores maternales, de la camada y ambientales sobre el peso al nacimiento y crecimiento de cabritos veratos explotados en régimen semiextensivo
Effect of some maternal and environmental factors and of the factors related with the litter on the birth weight and growth of veratos kids raised under semiextensive regime
H. Emad Al-Masri, A. Daza, E. Mateos 345

Sexaje de embriones en ovino mediante PCR específica y PCR-duplex
Sex determination in ovine embryos by duplex PCR: production of genetic improvement rams
J.H. Calvo, A. Martínez-Royo, P. Sánchez, J.L. Alabart, J. Folch 354

Producción Vegetal

Distintas consideraciones en torno a los atributos de calidad de la carne de vacuno por parte de industria y consumidores
Different considerations about beef quality attributes from the industry and the consumer point of view
M.T. Maza y V. Ramírez 360

Distintas formas y momentos de aplicación de paclobutrazol y sus efectos en características vegetativas y de floración de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.)
*Effect of type and time of application of paclobutrazol on tulip (*Tulipa gesneriana *L.) vegetative characters and flowering*
A. Zagabria, N. Francescangeli, L. Mascarini 373

Influencia del régimen de lluvias sobre el impacto agroambiental del regadío. Un caso en Bardenas (Zaragoza)
The influence of pluviometry on the agri-environmental impact of irrigation land. A case in Bardenas (Zaragoza)
J. Causapé Valenzuela e I. Clavería Laborda 386

'Belona' y 'Soleta', dos nuevos cultivares de almendro
'Belona' and 'Soleta', two new almond cultivars
R. Socias i Company y A.J. Felipe 398

Fe de erratas

Producción de leche y crecimiento de los corderos de ovejas de raza "Churra-Tensina" explotadas en primavera bajo dos condiciones de manejo
Lamb growth and milk production and quality has been compared Churra-Tensina ewes with their male lambs were reared under two different managements
M. Joy, R. Revilla, S. Gracia, R. Delfa 409

Relación de artículos publicados en ITEA durante 2006

ITEA 102 (1)

Producción Vegetal

Evaluación de algunos indicadores microbiológicos en dos suelos arroceros de la provincia de Camagüey, Cuba
Assessing of some microbial indicators in two cuban rice soils
P. Chaveli, L. Font, B.J. Calero, P. López, A.M. Francisco, R.D. Caballero, M. Valenciano 3

Eficiencia agronómica de seis sistemas de formación con la variedad de melocotón 'Merrill O'Henry®' (*Prunus persica* (Batsch))
*Agronomical performance of cv. 'Merrill O'Henry®' (*Prunus persica *(Batsch)) on six training systems*
R. Núñez, I. Iglesias, R. Montserrat, S. Alegre 13

El control fotobiológico de malas hierbas: revisión de una técnica controvertida
The photocontrol of weeds: a review on a controversial technique
A. Cirujeda, A. Taberner 27

Producción Animal

Análisis del progreso genético obtenido en el esquema de selección de la raza ovina manchega
Analysis of the genetic progress obtain in the selection program in Manchega sheep breed
J.J. Jurado, M. Serrano, Mª D. Pérez-Guzmán 41

Parámetros cinéticos en eyaculados bovinos de toros de raza frisona y rubia gallega
Motion characteristics in bovine ejaculates from holstein and rubia gallega bulls
R. Muiño, M. Fernández, A.I. Peña 55

ITEA 102 (2)

Producción Animal

Asociación de una mutación no sinónima del gen *MC4R* con el crecimiento y rendimiento de piezas nobles en cerdos ibéricos
Association of a missense mutation in the MC4R *gene with growth and carcass traits in Iberian pigs*
C. Óvilo, A. Fernández, E. De Pedro, J. García-Casco, C. Rodríguez, L. Silió 79

QTL de las concentraciones plasmáticas de colesterol y triglicéridos en porcino
QTL affecting plasma cholesterol and triglycerides concentrations in pigs
D. Gallardo, R. Pena, M. Amills, L. Varona, O. Ramírez, J. Soler, J. Tibau, J. Reixach, I. Díaz, J.M. Prat, J.L. Noguera, R. Quintanilla 86

Selección por reducción de varianza
Selection for reduced variance
N. Ibáñez, D. Sorensen, A. Blasco 92

¿Es razonable un residuo simétrico?
¿Why residuals are symmetric in genetic evaluation?
L. Varona, N. Ibáñez, R.N. Pena, J.L. Noguera, R. Quintanilla 98

Análisis del ajuste de los modelos de riesgos proporcionales mediante bootstrap paramétrico
Analysis of proportional hazards models fitting with parametric bootstrap
J. Casellas, J. Tarrés, J. Piedrafita, L. Varona 103

Estimaciones preliminares de heredabilidades para caracteres de crecimiento en dorada (*Sparus auratus L.*)
Preliminary estimates of heritabilities for growth traits in gilthead seabream (Sparus auratus L.)
A. Navarro, M.J. Zamorano, M.A. Pérez-Cabal, O. González-Recio, C. Mazorra, R. Ginés, J.M. Afonso 110

Parámetros genéticos de los caracteres lecheros en la raza ovina manchega
Genetic parameters of milk traits in manchega breed sheep
M. Ramón, M.T. Fernández-Perea, M.D. Pérez-Guzmán, P.J. Sánchez, M. Serrano 115

Evaluación genética del tamaño de camada en sucesivos partos en una línea materna de cerdos *Large White*
Genetic evaluation of litter size for multiple parities in a dam line of Large White *pigs*
A. Fernández, M.C. Rodríguez, L. Silió 122

Diversidad filogenética como método de utilidad en programas de conservación de recursos genéticos ganaderos
Phylogenetic diversity as a tool in conservation of animal genetic resources
F. Goyache, J.L. Carús, I. Álvarez, J.P. Gutiérrez, I. Fernández, L.J. Royo 133

Pérdidas de diversidad genética en la raza ovina Xalda de Asturias debidas a la selección contra la susceptibilidad al scrapie
Losses of genetic diversity in the rare Xalda sheep breed due to the implementation of a selective policy including the increase of resistance to scrapie
I. Álvarez, L.J. Royo, J.P. Gutiérrez, J.J. Arranz, I. Fernández, F. Goyache 139

Evaluación de un panel de microsatélites para el control de filiación en razas caprinas españolas de aptitud cárnica
Assessment of a microsatellite marker set for parentage testing in six Spanish goat breeds
P.J. Azor, M. Luque, M. Valera, M. Herrera, A. Membrillo, E. Rodero, A. Molina 145

Una nota sobre WinLoki: una interfaz de usuario para Loki
A note on WinLoki: a user's interface for Loki
S. Iglesias, J.J. Arranz, I. Álvarez, I. Fernández, L.J. Royo, F. Goyache 152

Evaluación de los sistemas *Visible Implant Elastomer* (VIE) y *Passive Integrated Transponder* (PIT) para marcar alevines de bocinegro (*Pagrus pagrus*): efectos sobre el crecimiento, la mortalidad y la tasa de retención
Evaluation of Visible Implant Elastomer *(VIE) and* Passive Integrated Transponder *(PIT) systems to tag fingerling of red porgy* (Pagrus pagrus)*: effects on growth, mortality and tag loss*
M. Soula, A. Navarro, M.J. Zamorano, J. Roo, F. Real, R. Ginés, C.M. Hernández-Cruz, J.M. Afonso 159

Estima de heredabilidades para caracteres de crecimiento y tamaño de órganos cardiorrespiratorios en salvelino (*Salvelinus alpinus*)
Estimation of heritabilities for growth and cardiorespiratory organ traits in Arctic charr, Salvelinus alpinus *L.*
M.A. Montañez, R. Ginés, A. Navarro, J.M. Afonso, H. Thorarensen 168

Conexión entre rebaños de cabras Murciano-Granadinas de la Comunidad Valenciana vía inseminación
Connectedness between Murciano-Granadina goat herds through artificial insemination in the Valencian Community
E.A. Gómez, A. Grimal, I. Salvador, M.P. Viudes-de-Castro, J. Bernácer, B. Martínez-Navalón, E. Hernández, A. Ribelles, M.A. Silvestre 175

Resultados preliminares sobre parámetros genéticos para canalización del incremento de peso en ratones
Preliminary results about genetic parameters associated with weight gain in mice
N. Ibáñez, A. Moreno, C. Salgado, P. Piqueras, B. Nieto, J.P. Gutiérrez 180

Aislamiento, cultivo y caracterización de líneas celulares embrionarias bovinas
Isolation, culture, and characterization of embryonic cell lines from bovine blastocysts
A. Rodríguez, P. Fisher, R. Alberio, E. Gómez, C. Díez, L.J. Royo, J.N. Caamaño, S. Pérez, K.H.S. Campbell 185

Análisis de estimadores basados en información molecular para inferir el parentesco genealógico
Analysis of estimators based on molecular information to infer genealogical coancestry
S.T. Rodríguez-Ramilo, M.A. Toro, A. Caballero, J. Fernández 192

Factores extrínsecos que condicionan las evaluaciones de los jueces en los concursos morfofuncionales de caballos de Pura Raza Española
Extrinsic effects that influence the evaluations of the judges in morpho-functional horse-shows of Spanish Purebred horses
M.D. Gómez, I. Cervantes, J.A. Gessa, A. Horcada, A. Molina, M. Valera 203

Evaluación simultánea de la fertilidad del macho y de la hembra en el vacuno de leche
Simultaneous evaluation for male and female fertility in dairy cattle
O. González-Recio, R. Alenda 215

Estimación del valor económico de facilidad de parto en la población frisona del País Vasco
Estimation of economic value for calving ease in Basque Hostein population
E. López de Maturana, E. Ugarte, H. Komen, J.A.M. van Arendonk 222

Análisis del progreso genético en el programa de mejora de la raza Assaf de León
Analysis of the genetic progress in the Assaf Leon breeding program
M.A. Jiménez, J.J. Jurado 231

ITEA 102 (3)

Producción Vegetal

Requerimiento de frío invernal y de calor en variedades de cerezos
Winter chilling and heat requirements on cherry varieties
E. Tersoglio, G. Naranjo, L. Rivero, M. Quiroga 251

Análisis económico de la tecnología de los invernaderos mediterráneos: aplicación en la producción del pimiento
Economic evaluation of mediterranean greenhouses technology: an application to pepper production
M.A. Fernández-Zamudio, A. Pérez, P. Caballero 260

Adaptación del tulipán a zonas de inviernos templados de Argentina
Tulip adaptation to mild winter areas of Argentina
N. Francescangeli, P. Frangi, R. Fernández 278

Producción Animal

Enzimas antioxidantes en la maduración de carne de vacuno procedente de dos cabañas autóctonas asturianas
Antioxidant enzymes throughout ageing from two local cattle breeds
B. Caballero, V. Sierra, I. Vega-Naredo, C. Tomás-Zapico, M.J. Rodríguez-Colunga, D. Tolivia, R. Hardeland, M. Oliván, A. Coto-Montes 288

Categorización del cuero de vacuno mayor en Galicia
Categorization of the cows hide in Galicia
J.A. Carballo, J. Lendoiro, T. Moreno 304

Producción de leche y crecimiento de los corderos de ovejas de raza "Churra-Tensina" explotadas en primavera bajo dos condiciones de manejo
Lamb growth and milk production and quality has been compared
M. Joy, R. Revilla, S. Gracia, R. Delfa 314

ITEA 102 (4)

Producción Animal

Efecto de algunos factores maternales, de la camada y ambientales sobre el peso al nacimiento y crecimiento de cabritos veratos explotados en régimen semiextensivo
Effect of some maternal and environmental factors and of the factors related with the litter on the birth weight and growth of veratos kids raised under semiextensive regime
H. Emad Al-Masri, A. Daza, E. Mateos 345

Sexaje de embriones en ovino mediante PCR específica y PCR-duplex
Sex determination in ovine embryos by duplex PCR: production of genetic improvement rams
J.H. Calvo, A. Martínez-Royo, P. Sánchez, J.L. Alabart, J. Folch 354

Producción Vegetal

Distintas consideraciones en torno a los atributos de calidad de la carne de vacuno por parte de industria y consumidores
Different considerations about beef quality attributes from the industry and the consumer point of view
M.T. Maza y V. Ramírez 360

Distintas formas y momentos de aplicación de paclobutrazol y sus efectos en características vegetativas y de floración de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.)
*Effect of type and time of application of paclobutrazol on tulip (*Tulipa gesneriana *L.) vegetative characters and flowering*
A. Zagabria, N. Francescangeli, L. Mascarini 373

Influencia del régimen de lluvias sobre el impacto agroambiental del regadío. Un caso en Bardenas (Zaragoza)
The influence of pluviometry on the agri-environmental impact of irrigation land. A case in Bardenas (Zaragoza)
J. Causapé Valenzuela e I. Clavería Laborda 386

'Belona' y 'Soleta', dos nuevos cultivares de almendro
'Belona' and 'Soleta', two new almond cultivars
R. Socias i Company y A.J. Felipe 398

Fe de erratas

Producción de leche y crecimiento de los corderos de ovejas de raza "Churra-Tensina" explotadas en primavera bajo dos condiciones de manejo
Lamb growth and milk production and quality has been compared Churra-Tensina ewes with their male lambs were reared under two different managements
M. Joy, R. Revilla, S. Gracia, R. Delfa 409

Efecto de algunos factores maternales, de la camada y ambientales sobre el peso al nacimiento y crecimiento de cabritos veratos explotados en régimen semiextensivo

H. Emad Al-Masri*, A. Daza*, E. Mateos**

* Departamento de Producción Animal . E.T.S de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.
** Departamento de Patología II. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.
E-mail: adaza@pan. etsia. upm. es

Resumen
Se ha controlado el peso al nacimiento, a los 45 y a los 70 días (destete) de 413 cabritos de raza Verata nacidos desde octubre a febrero, durante cuatro años consecutivos, en una dehesa de Extremadura. El peso al nacimiento y la ganancia media diaria de los cabritos fue superior en los machos que en las hembras y en los cabritos de parto simple que en los de parto doble (P<0,05), mientras que la edad de la cabra y la estación de nacimiento no afectaron significativamente a dichas variables. El año afectó significativamente (P<0,05) a la ganancia media diaria pero no tuvo influencia significativa en el peso al nacimiento. El incremento de la producción de leche de las cabras tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento medio de los cabritos durante el periodo nacimiento – 45 días. La velocidad de crecimiento de los cabritos durante el periodo 45 – 70 días se redujo, respecto a la del periodo nacimiento – 45 días (142 vs 120 g), debido a la reducción de la producción de leche de las madres. El peso al nacimiento tuvo influencia significativa (P<0,01) sobre el crecimiento de los cabritos. Conforme aumentaba el peso al nacimiento se incrementó el crecimiento medio diario. La interacción de la ganancia media diaria y el peso al nacimiento para los factores de variación sexo de cabrito y tipo de parto se estudian en este experimento.

Palabras clave: cabritos veratos, peso al nacimiento, crecimiento, factores de variación.

Summary
Effect of some maternal and environmental factors and of the factors related with the litter on the birth weight and growth of veratos kids raised under semiextensive regime
The weights of 413 kids of Verata breed at birth, 45 and 70 days of age were controlled, The kids were born from October to Frebuary along four consecutive years in a free-range farm located in Extremadura (Spain). The birth weight and the average daily gain were higher (P<0.05) in the male than in female kids and in the kids from single kidding than those from double kidding. The goat age and kidding season had no significant effects on birth weight and average daily gain. The year had a significant influence (P<0.05) on average daily gain but no significant effect on birth weight. The increase of goat milk production improved the average daily gain of the kids during the period from birth to 45 days of age. The kids average daily gain decreased, during the 45 – 70 days period compared to birth – 45 days period (142 vs 120 g) due to the reduction of the goat milk production during 45 – 70 days phase. The kids birth weight had a significant (P<0.01) effect on the kids growth. As the birth weight increased the average daily gain also increased. The interaction between the average daily growth and birth weight for the variables kid sex and kidding type were studied in this experiment.

Key words: kids, Verata breed, birth weight, growth, variation factors.

Introducción

En España se produjeron en el año 2003 casi 1.236.000 cabritos lechales con un peso canal medio de 5,2 kg lo que supuso alrededor de 6.427 toneladas de carne y el 42% de la producción total de carne de caprino nacional (MAPA, 2003).

El peso al nacimiento de los cabritos es variable según raza, edad de la cabra, sexo, tipo de parto y época y año de nacimiento (Daza *et al.*, 2004). El genotipo, peso al nacimiento, factores maternales (producción de leche, edad de la madre), sexo, tipo de parto, sistema de alimentación, año, estación y condiciones ambientales son los principales factores que inciden en el crecimiento de los cabritos. La influencia de tales factores ha sido estudiada en cabritos de las principales razas españolas por diversos experimentos (Peña *et al.*, 1985; Fuentes *et al.*, 1988; Tejón *et al.*, 1995; Gutiérrez *et al.*, 1995; López *et al.*, 1999)

En este contexto, algunos estudios previos han sido realizados en nuestro país sobre el crecimiento de cabritos de raza Verata explotados bajo fórmulas intensivas de producción (Fariña *et al.*, 1989; Rodríguez, 1989; Rojas, 1990), aunque se dispone de poca información sobre el crecimiento de cabritos de la precitada raza manejados bajo sistemas semiextensivos de explotación en los que su alimentación está basada en la leche maternal y el pasto natural.

Por ello, el objetivo de este experimento descriptivo fue estudiar el efecto de algunos factores maternales (edad y producción de leche), inherentes a la camada (sexo y tipo de nacimiento) y ambientales (estación y año de nacimiento) sobre el peso al nacimiento y crecimiento de cabritos veratos explotados, en el ecosistema de la dehesa, bajo régimen semiextensivo.

Material y métodos

Se controló el peso al nacimiento, a los 45 y a los 70 días de edad (destete) de 413 cabritos de raza Verata procedentes de 211 partos simples y 101 partos dobles de 312 cabras, 69 primíparas y 243 multíparas, acontecidos desde octubre a febrero, durante cuatro años consecutivos, en la finca Valdesequera (Badajoz) perteneciente al Servicio de Investigación Agraria de la Junta de Extremadura.

Desde el nacimiento hasta los 45 días los cabritos permanecieron encerrados en un aprisco abierto siendo amamantados por sus madres durante la tarde- noche, no recibiendo durante este periodo ningún tipo de suplementación alimenticia. Desde los 45 días hasta los 70 días (destete) los cabritos salieron al pasto con el rebaño pernoctando en el aprisco, de modo que su alimentación, durante esta fase, residió en leche maternal y pasto.

Los recursos pastables aprovechados por los animales fueron, fundamentalmente, gramíneas (*Lolium, Bromus, Hordeum, Vulpia, Agrostis,* etc.) y leguminosas (*Trifolium, Ornithopus*) anuales y otras especies en su mayoría crucíferas, borragináceas y compuestas así como matorral de encina (*Quercus ilex*) y de jara (*Cistus ladaníferus*).

Las cabras recibieron una suplementación diaria de 600 g de concentrado constituido por 80% de cebada, 18% de harina de girasol y 2% de corrector vitamínico-mineral, bajo una carga ganadera aproximada de 2 cabras por hectárea.

El potencial lechero de las cabras se estimó mediante dos controle lecheros cuantitativos realizados, mediante ordeño mecánico de mañana y tarde, entre los días 25 y 35 y 60 y 70 días después del parto. El día antes de la realización de los controles los cabritos eran separados de sus madres a las 17 horas ordeñándose las cabras al día siguiente a las 7

horas. Finalizado este ordeño los cabritos realizaban el apurado y volvían a ser separados de sus madres hasta después del ordeño de la tarde que tenía lugar a las 17 horas. La producción total de leche de los días de control era la suma de la leche ordeñada por la mañana y por la tarde y el nivel productivo lácteo de referencia de cada cabra venía definido por la media de los dos controles.

Los datos obtenidos de crecimiento medio diario durante los periodos nacimiento (día 0) – 45 días, 45 días – 70 días y nacimiento – 70 días (destete) se estudiaron mediante un análisis de covarianza que consideró como efectos fijos el sexo del cabrito (macho *vs* hembra), tipo de parto (simple *vs* doble), edad de las cabra (primíparas *vs* multíparas) estación de nacimiento: otoño (octubre, noviembre y diciembre) *vs* invierno (enero y febrero), año (1,2,3,4) y producción de leche de la cabra (nivel bajo B <1,5 l/ día, nivel mediano M = 1,5 –2,0 l/día y nivel alto A >2,0 l/día). El modelo incluyó las interacciones dobles y como covariable el peso al nacimiento de los cabritos. La variable peso al nacimiento de los cabritos se estudió mediante un análisis de varianza que consideró los efectos fijos anteriores y sus interacciones dobles. Los análisis se llevaron a cabo mediante el procedimiento GLM del SAS (1999).

La interacción entre el sexo y tipo de parto con el peso al nacimiento para la variable ganancia media diaria se estudió mediante regresión lineal simple comparando las pendientes de las rectas mediante la prueba "t" de Student.

Resultados y discusión

Peso al nacimiento de los cabritos

En la tabla 1 aparece reflejado el peso de los cabritos al nacimiento según sexo, tipo de parto y edad de la madre (cabras primíparas *vs* multíparas). El peso al nacimiento de los cabritos fue significativamente (P<0,05) superior en los machos que en las hembras observándose unas relación macho/hembra de dicha variable de 1,087 relación acorde con la encontrada por Pérez y Tejón (1987), pero inferior a la evidenciadas en otros experimentos realizados con cabritos de la misma raza que fluctuaron entre 1,14 y 1,20 (Fariña *et al.*, 1989; Rodríguez, 1989; Rojas, 1990). Los cabritos de parto simple pesaron al nacimiento más (P<0,05) que los de parto doble. La relación ponderal observada entre ellos ha sido de 1,102 valor similar al observado por Rodríguez (1989) e inferior al aportado por Pérez y Tejón (1987). Cuando se estudió la interacción sexo por tipo de parto observamos que entre machos y hembras de parto doble no hubo diferencias significativas en el peso al nacimiento. Este resultado también fue encontrado por Pérez y Tejón (1987), aunque el trabajo de Rodríguez (1989) no pudo constatarlo. Entre cabritos procedentes de cabras primíparas y multíparas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el peso al nacimiento siendo la interacciones sexo por edad de la cabra y tipo de parto por edad de la cabra no significativas. Algunos experimentos han observado un aumento del peso del cabrito al nacimiento con la edad u orden de parto de la madre (Singh *et al.*, 1984 ; Rodríguez, 1989), mientras que otros trabajos, como el nuestro, no han evidenciado tal incremento (Peña *et al.*, 1985; Koul y Biswas, 1987). Puede que tales discrepancias residan en las diferencias de edad-peso al primer parto de las cabras entre experimentos. Si se realiza la primera cubrición cuando las cabritas de reposición tienen una edad y un grado de desarrollo ponderal adecuado (como en nuestro trabajo, después del año de edad) parece coherente que no se detecten reducciones apre-

ciables en el peso al nacimiento de los cabritos nacidos de cabras primíparas.

Los factores estación y año de nacimiento no tuvieron influencia estadísticamente significativa sobre el peso de los cabritos al nacimiento (tabla 3). En explotaciones extensivas ambos factores afectan al peso al nacimiento según las disponibilidades y calidad del pasto existente durante las 6-8 semanas antes del parto, de manera que en condiciones de pastoreo exclusivo, en nuestras latitudes, los partos de primavera y principios de verano generan pesos más elevados al nacimiento que los partos de invierno (Pérez y Tejón, 1987). Probablemente, la suplementación de 0,6 kg de concentrado al día administrada a las cabras de nuestro trabajo durante el último tercio de la gestación haya anulado los efectos de la estación y del año sobre el peso de los cabritos al nacimiento. Otros experimentos, realizados con otras razas en áreas geográficas distintas a la nuestra (Andrade *et al.*, 1991; Islam y Rahman, 1992), han concluido con resultados análogos.

La interacción estación de parto por año no fue significativa, lo que también podría explicarse por el efecto precitado de la suplementación alimenticia recibida por las cabras durante el último tercio de la gestación.

Crecimiento de los cabritos

Desde el nacimiento hasta el destete a los 70 días después del parto los machos crecieron significativamente más que las hembras y los cabritos de parto simple más que los de parto doble, no teniendo influencia la edad de la cabra (primíparas *vs* multíparas) sobre el crecimiento de los cabritos (tabla 1). El estudio de la interacción sexo por tipo de parto observó un crecimiento medio diario similar entre machos dobles y hembras simples desde el nacimiento hasta el destete (134,9±27,2 vs 132,8±22,8 g respectivamente), y la interacción entre el tipo de nacimiento y la edad de la madre detectó que la ganancia media diaria de los cabritos de parto doble de cabras multíparas fue significativamente superior que la de los de parto doble de primíparas (127,1±21,1 vs 106,9±17,9 g respectivamente). La superioridad del crecimiento de los machos respecto a las hembras y de los cabritos de parto simple respecto a los de parto doble durante el periodo de amamantamiento ha sido observada en diversos experimentos (Pérez y Tejón, 1987; Fariña *et al.*, 1989; Rodríguez, 1989; Martín *et al.*, 1990; Tejón *et al.*, 1995). El mayor potencial de crecimiento de los machos determina que los machos dobles puedan alcanzar al destete pesos similares que las hembras simples si la producción de leche de las cabras no es demasiado baja (Martín *et al.*, 1990).

Se ha observado un crecimiento diario medio superior, durante el periodo de amamantamiento, en cabritos de madres multíparas que en cabritos de madres primíparas debido a la mayor producción de leche de las cabras multíparas (Ruvuna *et al.*, 1988; Andrade *et al.*, 1991), aspecto que en nuestro experimento ha sido evidenciado en los cabritos de parto doble pero no en los de parto simple debido a que la producción de leche de las cabras primíparas ha sido suficiente para satisfacer la capacidad de ingestión del cabrito único y evitar, como consecuencia, diferencias de crecimiento entre cabritos de parto simple según edad de la madre.

En la tabla 2 se presenta el crecimiento de los cabritos según el nivel de producción de leche de las madres y la interacción tipo de nacimiento por nivel de producción de leche. La producción media diaria de leche ordeñada (valor medio de los dos controles realizados) de las cabras consideradas como de nivel productivo bajo, mediano y

alto, que amamantaron un solo cabrito, fue de 1,20±0,18, 1,69±0,17 y 2,2±0,23 litros respectivamente, mientras que las producciones correspondientes de las cabras que amamantaron dos cabritos fueron 1,35±0,19, 1,91±0,20 y 2,39±0,24 litros respectivamente. La producción de leche influyó positivamente en el crecimiento de los cabritos durante el periodo nacimiento – 45 días pero no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre dicha variable en la fase 45 días – destete (70 días). Únicamente los cabritos de parto doble que fueron amamantados por cabras de baja producción (B) mostraron una reducción significativa del crecimiento diario en los periodos nacimiento –45 días y nacimiento– destete respecto a las restantes clases de cabritos. Entre cabritos de parto simple y de parto doble procedentes de cabras de mediana o elevada producción de leche no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento medio diario.

Tabla 1. Peso al nacimiento (PN) y evolución de la ganancia media diaria (GMD) según sexo del cabrito (S), tipo de parto (TP) y edad de la cabra (E)
Table 1. Birth weight and average daily gain evolution according to kid sex, kidding type and goat age

Factor de variación	n	N	PN (kg)	GMD (0-45 días) (g)	GMD (45-70 días) (g)	GMD (0-70 días) (g)
Sexo (S)						
Machos (1)	137	208	3,10a	149,7a	131,2a	143,1a
Hembras (2)	145	205	2,85b	134,2b	108,4b	125,0b
Tipo de parto (TP)						
Simple	211	211	3,12a	150,3a	126,5a	141,8a
Doble	101	202	2,83b	133,4b	113,0b	126,1b
Edad (E)						
Primíparas	69	74	3,04	141,8	122,5	134,9
Multíparas	243	339	2,96	142,1	119,3	133,9
Interacción S x TP						
Machos simples	96	96	3,30a	158,7a	141,4a	152,5a
Machos dobles	56	112	2,93bc	141,9b	122,4b	134,9b
Hembras simples	115	115	2,97b	143,2b	114,0bc	132,8b
Hembras dobles	45	90	2,70c	122,8c	101,3c	115,1c
Interacción TP x E						
Simple de primíparas	64	64	3,09a	145,7a	127,8a	139,3a
Simple de multíparas	147	147	3,13a	152,2a	125,9a	142,8a
Doble de primíparas	5	10	2,76b	117,1b	88,5b	106,9b
Doble de multíparas	96	192	2,83b	134,3c	114,2c	127,1c
EEM			0,023	1,64	2,73	1,53

n = número de cabras ; N = nº de cabritos. EEM = error estándar de la media. Según factor de variación, medias con distinta letra difieren P<0,05.

(1) 96 cabras parieron machos simples y 41 machos dobles (macho y macho).

(2) 115 cabras parieron hembras simples y 30 hembras dobles (hembra y hembra).

30 cabras parieron doble (macho y hembra).

96 +115 + 41 + 30 + 30 = 312 cabras.

Tabla 2. Ganancia media diaria según la producción de leche (PL) de las madres e interacción tipo de parto (TP) x producción de leche (PL)
Table 2. Average daily gain according goat milk production and interaction kidding type x milk production

Factor de variación	n	N	PN (kg)	GMD (0-45 días) (g)	GMD (45-70 días) (g)	GMD (0-70 días) (g)
PL (l /día)						
<1,5 (B)	112	143	3,05	131,7a	119,9	127,4
1,5 – 2,0 (M)	128	167	2,95	147,1b	119,1	137,2
>2,0 (A)	72	103	2,91	148,1b	120,9	138,4
TP x PL						
Simple x B	81	81	3,15a	147,9a	129,8a	141,4a
Simple x M	89	89	3,08a	149,4a	125,6a	140,9a
Simple x A	41	41	3,04ac	156,9a	121,6ab	144,3a
Doble x B	31	62	2,92ba	110,5b	107,0b	109,2b
Doble x M	39	78	2,81b	144,6a	111,7b	132,9a
Doble x A	31	62	2,83bc	142,2a	120,5ab	134,5a
EEM			0,023	1,64	2,73	1,53

n = número de cabras ; N = nº de cabritos ; PN = peso al nacimiento ; B = nivel bajo (1,24 l/día) , M = nivel mediano (1,76 l/día); A = nivel alto (2,28 l/día). Según factor de variación medias con distinta letra difieren P<0,05. EEM = error estándar de la media.

Como quiera que la capacidad de ingestión de los cabritos pasa de 150 g de materia seca en la primera semana de lactación (un kg de leche aproximadamente) a más de 330 (dos kg de leche aproximadamente) en la sexta (Morant-Fehr y Sauvant, 1988), y a pesar de que los cabritos extraen más leche de la madre que la que se obtiene con la máquina de ordeño, es comprensible que los cabritos dobles cuyas madres tuvieron una baja producción de leche (<1,5 l/día) hayan disminuido su ganancia media diaria con relación a los cabritos dobles de madres de producción mediana o elevada.

La estación de nacimiento no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento de los cabritos, aunque el año de nacimiento si influyó significativamente en dicha variable (tabla 3), siendo significativa (P<0,05) la interacción año por estación de nacimiento.

Las variaciones de crecimiento interestacionales de los cabritos han sido observadas cuando las variaciones de las variables climáticas y nutritivas entre estaciones han sido lo suficientemente amplias como para que incidan en la producción de leche de la madre y en el metabolismo del cabrito (Morand-Fehr y Sauvant, 1998). La suplementación alimenticia que recibieron sistemáticamente las cabras durante los periodos de gestación y de lactación unido a que los cabritos permanecieron encerrados en el aprisco hasta los 45 días de edad parece que han anulado los posibles efectos estacionales sobre el crecimiento de los cabritos, consideración que concuerda con los resultados observados por Khan y Sahni, (1982) y Malik *et al.* (1986).

Sin embargo, las variaciones interanuales de crecimiento de los cabritos y la interacción del efecto año por estación de nacimiento son más difíciles de interpretar dado el efecto que pueden tener sobre ellas la composi-

ción del rebaño, el estado sanitario de cabras y cabritos, las componentes estacionales y los factores de manejo no controlados. La mayoría de los trabajos revisados han encontrado, como nosotros, variaciones significativas interanuales del crecimiento de los cabritos e interacciones significativas del año por la estación de nacimiento (Mavrogenis *et al.*, 1984; Mukudan *et al.*, 1983; Harricharan *et al.*,1987).

Tabla 3. Efecto de la estación de nacimiento y del año sobre el peso al nacimiento (PN) y la ganancia media diaria (GMD) de los cabritos

Table 3. Effect of birth season and year on the birth weight and average daily gain of the kids

Factor de variación	n	N	PN (kg)	GMD (0-45 días) (g)	GMD (45-70 días) (g)	GMD (0-70 días) (g)
Estación de nacimiento						
Otoño (1)	232	311	2,99	144,9	119,9	136,0
Invierno (2)	80	102	2,93	133,3	119,7	128,4
Año						
1	60	81	2,96	140,5a	141,7a	140,9a
2	67	87	3,06	157,4b	103,2bd	138,0ab
3	85	102	2,95	144,0ab	127,7c	137,5ab
4	100	143	2,94	132,1a	112,1d	125,4b
EEM			0,023	1,64	2,73	1,53

n = número de cabras ; N = nº de cabritos. Según factor de variación medias con distinta letra difieren P<0,05. EEM= error estándar de la media.
(1) octubre, noviembre y diciembre ; (2) enero y febrero.

Según los resultados del análisis de covarianza, el peso del cabrito al nacimiento tuvo un efecto significativo (P<0,01) sobre el crecimiento medio diario de los cabritos en los tres periodos de desarrollo estudiados.

En la tabla 4 se presenta la interacción entre la ganancia media diaria y el peso al nacimiento para machos y hembras y cabritos de parto simple y de parto doble en los periodos de desarrollo considerados. Según los resultados obtenidos, parece que el aumento del peso al nacimiento en las hembras y en los cabritos de parto doble tiene mayores efectos sobre el crecimiento diario, durante el periodo nacimiento – 45 días, que en los machos y en los cabritos de parto simple, aspecto que, sin embargo, no se observa durante el periodo 45-70 días, lo que no impide que durante el periodo global de crecimiento (nacimiento-70 días) se ponga de manifiesto el efecto indicado.

El efecto positivo del aumento del peso del cabrito al nacimiento sobre el crecimiento posterior también ha sido puesto de manifiesto, en cabritos de la misma raza, por Rodríguez (1989).

Un análisis de varianza que consideró el factor tiempo (periodo de crecimiento) como efecto fijo detectó una disminución significativa (P<0,01) de la ganancia media diaria de los cabritos en el periodo 45 –70 días frente al periodo nacimiento– 45 días (142 vs 120 g). Esta reducción de la velocidad de crecimiento de los cabritos durante el periodo 45-70 días cuando salieron a pastar con las madres, cualquiera que sea el factor que se considere, pudo deberse, además de a la disminución de la producción de leche de

las madres durante este periodo, a la falta de adaptación de los cabritos a la ingestión de alimentos sólidos, al mayor ejercicio físico inherente al pastoreo y a los posibles efectos negativos de las temperaturas invernales. La ganancia media diaria durante este periodo fue mayor en machos que en hembras y en cabritos de parto simple que en cabritos de parto doble (tabla 1), no teniendo influencia sobre el crecimiento medio diario acontecido durante esta fase ni la producción de leche de la madre (tabla 2) ni la estación de nacimiento del cabrito, aunque ,como cabía esperar, el año aparece como un factor de clara influencia (tabla 3).

Un análisis de regresión detectó que el peso alcanzado por los cabritos a los 45 días (P_{45}) tuvo un importante efecto sobre la ganancia media diaria (GMD) durante el periodo 45-70 días. La ecuación de regresión lineal encontrada entre ambas variables fue : GMD (45-70 días) (g) = - 56,172 + 18,781 . P_{45} (kg) ; R^2 = 0,649 ; P<0,0001 para n = 413 cabritos.

La reducción del crecimiento diario de los cabritos después de los 45 días de vida nos permite recomendar que la edad al destete se realice en torno a las 6 semanas edad con un peso de los cabritos entre 9 y 10 kg de peso vivo, edad y peso compatibles con las exigencias del mercado.

Tabla 4. Interacción entre la ganancia media diaria (GMD) en cada periodo de desarrollo y el peso del cabrito al nacimiento (PN) para los factores sexo del cabrito y tipo de nacimiento

Table 4. Interaction between average daily gain, in each development phase, and the birth weight for the factors sex of kid and kidding type

Periodo	Tipo de cabrito	Ecuación de regresión	R^2	Significación
0 – 45 días	Macho	GMD = 13,67 + 43,21a . PN	0,45	****
	Hembra	GMD = - 79,45 + 75,97b . PN	0,42	****
	Simple	GMD = 21,45 + 41,21a . PN	0,46	****
	Doble	GMD = - 67,20 + 70,95b . PN	0,39	****
45 –70 días	Macho	GMD = - 25,97 + 50,76. PN	0,25	****
	Hembra	GMD = - 26,54 + 48,05. PN	0,23	****
	Simple	GMD = - 101,12 + 73,56. PN	0,26	****
	Doble	GMD = - 107,89 + 78,78 . PN	0,26	****
0 – 70 días	Macho	GMD = - 3,56 + 46,58a . PN	0.30	****
	Hembra	GMD = - 61,93 + 65,57b . PN	0.30	****
	Simple	GMD = - 21,56 + 52,65a . PN	0,31	****
	Doble	GMD = - 81,99 + 73,67b. PN	0,30	****

Nº de cabritos machos = 208 ; Nº de cabritos hembras = 205 ; Nº de cabritos de parto simple = 211 ; Nº de cabritos de parto doble = 202.

Dentro de cada periodo de desarrollo, según sexo y tipo de nacimiento, pendientes con distinta letra difieren P<0,05. **** P<0,0001.

Bibliografía

Andrade MH, Caballo FE, Olmos JL, 1991. Algunos factores afectan al desarrollo de cabritos de raza Anglo Nubia bajo manejo extensivo en climas semiáridos. Memorias del VIII Congreso Nacional Azteca, Méjico, pp. 139-144.

Daza A, Fernández C, Sánchez A, 2004. Ganado caprino. Producción, Alimentación y Sanidad. Ed Agrícola Española SA, 312 pp.

Fariña J, Martín L, Rodríguez P, Rojas A, Rota A, Tovar J, 1989. Estudio de los chivos veratos:

periodo de amamantamiento. Archivos de Zootecnia 34, 127-139.

Fuentes F, Gonzalo C, Herrera M, Escobar S, Quiles A, 1988. Crecimiento en cabritos de raza Murciano-Granadina. Archivos de Zootecnia 37, 155-160.

Gutiérrez MJ, García T, Rodero E, Peña F, Herrera M, 1995. Crecimiento en cabritos Murciano-Granadinos criados en lactación artificial. XX Jornadas Científicas de la SEOC, pp. 503-508.

Harricharan H, Ramlal H, Lauckner B, 1987. Factors influencing the growth of intensively reared kids from birth to twelve weeks of age. Annales de Zootechnie 36, 351-360.

Islam M, Arman HA, 1992. Birth weight of Black–Bengal kids under rural condition of Bangladesh. Bangladesh Journal of Training and Development 5, 121-123.

Khan BU, Sahni KL, 1982. Note on of the evaluation of certain non - genetic factors affecting body weight gain in Jamunapari kids under semi-arid farm conditions. Indian Journal of Animal Sciece 52, 1256-1257.

Koul GL, Biswas JC, 1987. Birth weight of Cheghu breed of Indian Pashmina goats. Indian Journal of Animal Science 57, 1321-1323.

López JI, Arguello A, Ginés R, Déniz MP, Rivera V, Capote J, 1999. Crecimiento y desarrollo de cabritos de la agrupación caprina canaria, calidad de la canal y de la carne. Ovis 62, 47-61.

Malik CP, Kanaujia AS, Pander BL, 1986. A note on the factors affecting pre-weaning growth in Beetal and Black Bengal kids and their crosses. Animal Production 43, 178-182.

MAPA, 2003. Boletín Mensual de Estadística Agraria nº 3.

Martín L, Martín JD, Rota A, Rojas A, De la Calle L, 1990. Lactancia artificial de cabritos en explotaciones de cabras serranas. XV Jornadas Científicas de la S.E.O.C, pp. 77-79.

Mavrogenis AP, Papachristoforou C, Louca A, 1984. Environmental and genetic causes of variation in production traits of Damascus goats 1. Preweaning and post–weaning growth. Animal Production 38, 91-97.

Morand-Fehr P, Sauvant D, 1988. Alimentación de caprinos En: Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. INRA. Ed Mundi Prensa, Madrid, pp. 253-273.

Mukudan G, Bahat PN, Khan BU, 1984. Factors affecting pre-weaning body-weight in Malabari goats and it's Saanen half-bred. Indian Journal of Animal Science 53, 895-897.

Peña F, Herrera M, Subires J, Aparicio JB, 1985. Consumo de leche y crecimiento en peso vivo en chivos de raza Malagueña durante la fase de lactación. Archivos de Zootecnia 34, 301-313.

Pérez MC, Tejón D, 1987. Crecimiento de cabritos de raza Verata destinados al sacrificio. ITEA Vol Extra nº7, 375-377.

Rodríguez PL, 1989. Contribución al estudio de la raza Verata. Tesis Doctoral Facultad de Veterinaria de Cáceres. Universidad de Extremadura.

Rojas AI, 1990. Contribución al estudio de la lactancia artificial de la especie caprina. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de Cáceres. Universidad de Extremadura.

Ruvuna F, Cartwight TC, Blackburn H, Okeyo M, Chema S, 1988. Gestation length, birth weight and growth rates of pure-bred indigenous goats and their crosses in Kenya. Journal of Agricultural Science 3, 363-368.

SAS, 1999. SAS User´s guide statistics. SAS Institute, Inc Cary NC, USA.

Singh A, Yadav MC, Sengar OPS, 1984. Factors affecting the body weight of Jamunapari and Barbari kids. Indian Journal of Animal Science 54, 1001-1003.

Tejón D, López Bote C, Piñán J, De la Fuente J, Sanz M, Fernández A, Rey AI, 1995. Evaluación del crecimiento en relación con el sistema de cría de la raza caprina del Guadarrama. XX Jornadas Científicas de la SEOC, pp. 389-400.

(Aceptado para publicación el 30 de mayo 2006)

Sexaje de embriones en ovino mediante PCR específica y PCR-duplex

J.H. Calvo, A. Martínez-Royo, P. Sánchez, J.L. Alabart, J. Folch

Unidad de Tecnología en Producción animal. CITA. Apd. 727. 50080-Zaragoza

Resumen

Dentro del esquema de mejora por prolificidad puesto en marcha por la UPRA- Carnes Oviaragón desde 1994, se contempla que la producción de los machos a testar se realice a través de un programa MOET. Con el objetivo de aumentar la eficiencia y la rentabilidad del MOET, se planteó poner a punto el sexaje de los embriones previamente a su transferencia. El sexaje de embriones se realizó mediante amplificación específica por PCR de un fragmento de ADN del cromosoma Y (*SRY* gene; GenBank Acc. Z30265). Mediante cebadores específicos diseñados en este locus, se amplifica un fragmento de 166 pares de bases en las muestras procedentes de animales o de embriones machos, mientras que en las muestras procedentes de hembras no se produce amplificación, al carecer las mismas de este locus. Igualmente, y con el fin de incrementar la seguridad de la técnica, y evitar la aparición de falsos negativos, se ha llevado a cabo la puesta a punto de una PCR duplex. Esta PCR consiste en una doble amplificación de dos fragmentos de ADN mediante PCR, uno del gen *CGN (*GenBank Acc. AY785290), gen estructural que se amplifica tanto en machos como en hembras, y por otra parte el fragmento específico de ADN del cromosoma Y (*SRY* gene). Los estudios de sensibilidad a partir de ADN genómico extraído de sangre mostraron un límite mínimo de detección de 20 pg de ADN, mientras que en ensayos con diferente número de células procedentes de una biopsia de embriones se encontró que se puede sexar un embrión a partir de dos células.

Palabras clave: sexaje, ovino, PCR, MOET

Summary

Sex determination in ovine embryos by duplex PCR: production of genetic improvement rams

An accurate, sensitive, and quick method for determining the sex of ovine embryos was developed using polymerase chain reaction (PCR) primers derived from an ovine-specific Y-chromosome (*SRY* gene; GenBank Acc. Z30265), amplifying a 166 bp DNA fragment in male samples. To increase the sensibility and specificity of the technique a duplex PCR was carried out, using one pair of ovine-specific primers (*CGN* gene: GenBank Acc. AY785290) and one pair of Y-chromosome-specific primers. *CGN* fragment provides an internal positive control for amplification. Using this method we can determine the sex up to 20 pg of DNA from blood. In the same way, sex of embryos was determined from two cells.

Key words: sex determination, sheep, MOET, PCR

Introducción

La técnica MOET consiste en superovular las hembras de alto valor genético, inseminarlas con semen de machos adecuados y obtener los embriones, que son transferidos a otras hembras receptoras. Esta tecnología permite explotar mejor el potencial genético de los animales y acelerar la velocidad de selección (Nicholas, 1996). Por dicha razón, dentro del esquema de mejora por prolificidad puesto en marcha por la UPRA-Carnes Oviaragón desde 1994 se contempla que la producción de machos que van a ser testados se realice a través de un programa MOET. Desde los años 80 se van realizando numerosos estudios para poner a punto la técnica MOET en ovino. Sin embargo, el número de descendientes obtenidos en cada superovulación sigue siendo relativamente bajo. Evidentemente, la técnica sería más rentable y efectiva si se pudiese conocer sexo de los embriones obtenidos previamente a su transferencia, sin que ello afectase a la fertilidad. La determinación del sexo usando ADN genómico extraído de carne, sangre, pelo o biopsias embrionarias se está realizando como un requisito indispensable en la ciencia forense y en la producción animal. En concreto, la determinación del sexo en los embriones se realiza mediante la amplificación por PCR de secuencias específicas del cromosoma Y, como es el gen SRY (Griffiths y Tiwari, 1993; Pomp *et al*., 1995). Sin embargo, siendo que la fiabilidad de la técnica es el aspecto más importante que concierne a la identificación del sexo, la ausencia de amplificación puede indicar un falso negativo. De este modo, para dotar de la máxima fiabilidad a la técnica, es necesario la realización de una PCR duplex, o bien la amplificación de secuencias de ADN comunes en machos y en hembras, pero que se diferencien por amplificar fragmentos de diferente tamaño o con el mismo tamaño pero con diferentes polimorfismos entre los dos sexos. En cuanto a la PCR duplex en ovino, que consiste en la amplificación simultánea de un fragmento específico del cromosoma Y y otro fragmento control que se amplifica tanto en machos como en hembras, hasta el momento se han descrito dos trabajos (Gutiérrez-Adan *et al.*, 1997; Mara *et al.*, 2004). En cuanto a la amplificación de un fragmento del mismo tamaño en machos y hembras pero con diferentes polimorfismos entre los dos sexos, destaca el trabajo realizado por Aasen y Medrano (1990), en el que amplifican y detectan diferentes polimorfismos específicos de hembras y machos mediante la digestión con enzimas de restricción (RFLPs) en el locus ZFX/ZFY. Sin embargo, la técnica de RFLPs requiere una reacción adicional alargando el diagnóstico y disminuyendo la sensibilidad de la técnica. Por otro lado, en relación a la amplificación de secuencias de ADN comunes en machos y en hembras, pero que se diferencien por amplificar fragmentos de diferente tamaño según el sexo, Pfeiffer y Brenig (2005), amplificaron el gen de la amilogenina tanto en hembras como en machos, apareciendo una única banda en el caso de las hembras y tres en el caso de los machos. Sin embargo, en humana se han descrito fallos en la fiabilidad de la técnica debido a una delección del polimorfismo de la doble copia del gen en el cromosoma Y en machos con una frecuencia del 0.6 al 8% (Santos *et al*., 1998). Por tanto, esta delección debería ser testada previamente en ovino antes de utilizarla como gen marcador del sexo, ya que la frecuencia que presenta en humana hace que no sea fiable al menos en esta especie. El presente trabajo ha sido realizado con el objetivo de poner a punto una técnica rápida y sensible, que permita el sexaje de embriones a partir de un número mínimo de células embrionarias, produciendo un daño mínimo al embrión, y que permita mantener los embriones en cultivo y transferirlos frescos, sin necesidad de congelación.

Material y métodos

Extracción de ADN

La extracción de ADN se ha realizado a partir de diferente número de células procedentes de biopsias de mórulas y blastocistos ovinos, mediante el kit de extracción "BLOODCLEAN DNA Purification kit" (Biotools). La extracción de las células de los embriones se realizó mediante aspiración de las mismas, puncionando la membrana pelúcida. En total se analizaron 30 muestras de las cuales 5 tenían entre 9 y 12 células, 15 entre 5 y 8 células, y 10 entre 1 y 4 células.

Previo a los ensayos con embriones se realizaron pruebas de sensibilidad mediante dilución a partir de ADN genómico extraído de células sanguíneas, tanto de animales machos como hembras. Dicha extracción se realizó con el método de Lahiri *et al*. (1992). Las diluciones utilizadas contenían 20ng, 2 ng, y 200, 20, 2, 0.2 pg de ADN. Los estudios de sensibilidad fueron llevados a cabo para la PCR específica y para la PCR duplex.

PCR específica

El sexaje de embriones se realizó mediante amplificación específica por PCR de un fragmento de ADN del cromosoma Y (*SRY* gene; GenBank Acc. Z30265). La amplificación se realizó en un volumen final de 25 µl conteniendo 5 pmol de cada cebador, 200 nM dNTPs, 2.2mM $MgCl_2$, 50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl, 0.1% Triton X-100 y 0.8 U Taq polymerasa (Biotools). Se realizaron 35 ciclos de amplificación con un paso de desnaturalización a 94ºC durante 30 s, de hibridación a 55ºC durante 30 s, y de extensión a 72ºC durante 40 s. La visualización del producto amplificado se realizó mediante electroforesis en geles de agarosa al 2% y tinción con bromuro de etidio.

PCR duplex

Igualmente, con el fin de incrementar la seguridad y sensibilidad de la técnica, se ha llevado a cabo la puesta a punto de una PCR duplex en dos etapas. Esta PCR consiste en una doble amplificación de dos fragmentos de ADN mediante PCR, uno del gen *CGN (*GenBank Acc. AY785290), gen estructural que se amplifica tanto en machos como en hembras, y por otra parte el fragmento específico de ADN del cromosoma Y (*SRY* gene). La amplificación se realizó en un volumen final de 20 µl conteniendo 5 pmol de cada cebador, 200 nM dNTPs, 2.2 mM $MgCl_2$, 50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl, 0.1% Triton X-100 y 1.2 U Taq polymerasa (Biotools). Se realizaron 20 ciclos de amplificación con un paso de desnaturalización a 94ºC durante 30 s, de hibridación a 55ºC durante 25 s, y de extensión a 72ºC durante 45 s. La segunda etapa consistió en una reamplificación a partir de 10 µl del producto PCR resultante usando las mismas condiciones de amplificación, con excepción de que se realizaron 25 ciclos de amplificación en un volumen final de 40 µl. Como en el caso de la PCR simple se realizaron estudios de sensibilidad en las mismas condiciones que los descritos con anterioridad. La visualización del producto amplificado se realizó mediante electroforesis en geles de agarosa al 2% y tinción con bromuro de etidio.

Resultados y discusión

Con la metodología descrita se amplificó un fragmento de 166 pares de bases (pb) en las biopsias procedentes de embriones machos, mientras que en las muestras procedentes de hembras no se produce amplificación, al carecer las mismas de este locus (figura 1). Los estudios de sensibilidad a partir de ADN genómico extraído de sangre mostraron un

límite mínimo de detección de 20 pg de ADN, cantidad de ADN inferior a la contenida en una célula. En ensayos con diferente número de células procedentes de una biopsia de embriones se encontró que se puede detectar un embrión macho a partir de 5 células. A partir de una cantidad menor de células existe cierta probabilidad de aparición de falsos negativos (figura 1). En la figura 1 se muestran los resultados de uno de los experimentos en el que se analizaron distintos números de células procedentes de diferentes embriones. Sólo la línea 7 y 11 serían hembras, mientras que el resto de muestras serían machos. Sin embargo, la línea 11 es un falso negativo ya que con cuatro células la amplificación fue negativa, mientras que con 12 células (línea10) la amplificación fue positiva y por lo tanto el embrión era macho.

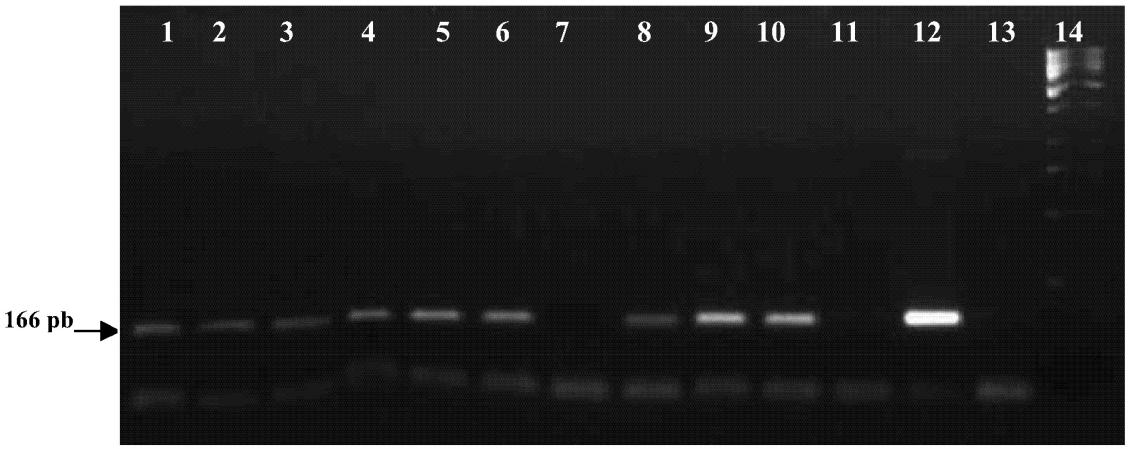


Figura 1. Sexaje mediante PCR específica del gen SRY sobre embriones con diferente número de células, en la que se puede ver la amplificación de un fragmento de 166 pares de bases (pb) en los embriones machos. La línea 11 es un falso negativo ya que con cuatro células la amplificación fue negativa, mientras que con 12 células (línea10) la amplificación fue positiva y por lo tanto el embrión era macho. Líneas 1 y 10: 12 células, línea 4: 10 células, línea 5: 8 células, líneas 3, 7 y 9: 7 células, líneas 2 y 6: 5 células, línea 11: 4 células, línea 8: 3 células, línea 12: control positivo (ADN extraído de sangre de un animal macho), línea 13: control negativo (ADN extraído de sangre de un animal hembra), línea 14: marcador de talla.

Figure 1. Sex determination using SRY specific PCR using genomic DNA from embryos with different cells number. The band of 166 base pairs (bp) corresponds to male embryos. Lane 10 and 11 are samples from the same embryo, showing the sample 11 a false negative result. Lanes 1 and 10: 12 cells, lane 4: 10 cells, lane 5: 8 cells, lanes 3, 7 and 9: 7 cells, lanes 2 and 6: 5 cells, lane 11: 4 cells, lane 8: 3 cells, lane 12: positive control (Male DNA sample from blood), lane 13: negative control (Female DNA sample from blood), lane 14: size marker.

Para evitar la aparición de falsos negativos, y aumentar la sensibilidad de la técnica se realizó la puesta a punto de una PCR doble, de forma que en muestras procedentes de hembras aparece una única banda de 243 pb, mientras que en las muestras procedentes de machos aparecen dos bandas de 166 y 243 pb (figura 2).

Los estudios de sensibilidad a partir de ADN genómico extraído de sangre mostraron un

límite mínimo de detección de 20 pg de ADN, cantidad inferior al ADN contenido en una célula. En ensayos con diferente número de células procedentes de una biopsia de embriones se encontró que se puede detectar un embrión macho a partir de dos células (figura 2). Con una única célula se observó que aunque algunos PCRs amplifican con éxito el fragmento específico del macho y el fragmento control, en otros experimentos no aparece ni esta banda ni el control.

En todos los ensayos realizados, los embriones biopsiados mantuvieron un crecimiento normal cuando fueron cultivados "in vitro".

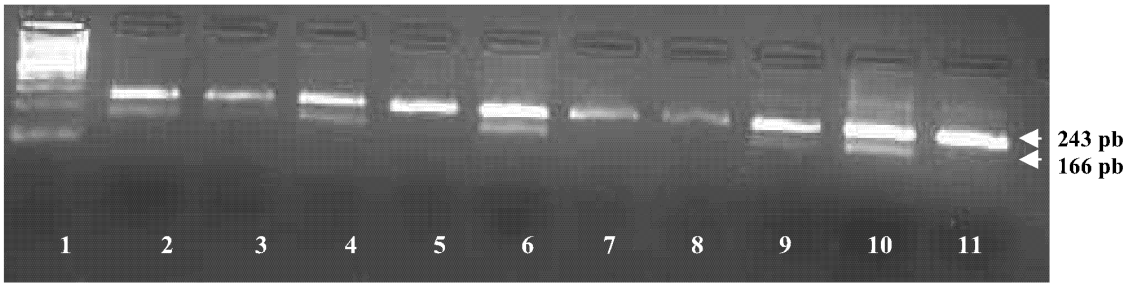


Figura 2. PCR duplex de los genes SRY y CGN sobre embriones con diferente número de células, en la que se puede ver la amplificación de dos fragmentos de 166 y 243 pares de bases en los embriones machos, y un único fragmento de 243 pares de bases en los embriones hembras. Línea 1: Marcador de talla, línea 2: 8 células, líneas 3 y 7: 3 células, línea 4: 5 células, línea 5: 12 células, línea 6: 10 células, línea 8: 2 células, línea 9: 4 células, línea 10: control positivo (ADN extraído de sangre de un animal macho), línea 11: control negativo (ADN extraído de sangre de un animal hembra).
Figure 2. Sex determination using SRY and CGN specific duplex PCR using genomic DNA from embryos with different cells number. The bands of 166 base pairs (bp) and 243 bp correspond to male embryos. One band of 243 bp corresponds to female embryos. Lane 1: size marker, lane 2: 8 cells, lanes 3 and 7: 3 cells, lane 4: 5 cells, lane 5: 12 cells, lane 6: 10 cells, lane 8: 2 cells, lane 9: 4 cells, lane 10: positive control (Male DNA sample from blood), línea 11: negative control (Female DNA sample from blood).

Conclusiones

Nuestros resultados indican que es posible realizar el sexaje de embriones ovinos a partir de dos células, produciendo un daño mínimo al embrión, y en un tiempo de 5 horas, lo que permite mantener los embriones en cultivo y transferirlos frescos, sin necesidad de congelación.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto CEDETI (pr 2004-611).

Bibliografía

Aasen E, Medrano JF, 1990. Amplification of the ZFY and ZFX genes for sex identification in humans, cattle, sheep and goats. Biotechnology 8(12): 1279-1281.

Griffiths R, Tiwari B, 1993. Primers for the differential amplification of the sex-determining region Y gene in a range of mammal species. Mol. Ecol. 2(6): 405-406.

Lahiri DK, Bye S, Nurnberger JI, Hodes ME, Crisp M, 1992. A nonorganic and nonenzymatic estraction method gives higer yields of genomic DNA from whole-blood samples than other methods tested. J. Biochem. Bioph. Meth 25 (4): 193-205.

Mara L, Pilichi S, Sanna A, Accardo C, Chessa B, Chessa F, Dattena M, Bomboi G, Cappai P, 2004. Sexing of in vitro produced ovine embryos by duplex PCR Mol. Reprod. Dev. 69 (1): 35-42.

Nicholas FW, 1996. Genetic improvement through reproductive technology. Anim. Reprod. Sci. 42: 205-214

Pfeiffer I, Brenig B, 2005. X- and Y-chromosome specific variants of the amelogenin gene allow sex determination in sheep (Ovis aries) and European red deer (Cervus elaphus). BMC Genetics 6: Art. No. 16 2005

Pomp D, Good BA, Geiser RD, Corbin CJ, Conley AJ, 1995. Sex identification in mammals with polymerase chain reaction and its use to examine sex effects on diameter of day-10 or day-11 pig embryos. J. Anim. Sci. 73 (5): 1408-1415.

Santos FR, Pandya A, Tyler-Smith C, 1998. Reliability of DNA-based sex tests. Nat. Genet. 18 (2): 103-103.

(Aceptado para publicación el 5 de junio 2006)

Distintas consideraciones en torno a los atributos de calidad de la carne de vacuno por parte de industria y consumidores

M.T. Maza y V. Ramírez

Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza.
Facultad de Veterinaria. Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza (Spain). Teléfono: 976 76 16 03. e-mail: mazama@unizar.es

Resumen
La gestión de la calidad es actualmente un factor estratégico de supervivencia para las empresas de cualquier sector incluido el agroalimentario. En este último resulta particularmente importante en aquellos sectores donde han tenido lugar escándalos alimentarios que han llevado a la pérdida de confianza de los consumidores en la seguridad y la calidad de muchos productos. La gestión de la calidad conlleva tener en cuenta los requerimientos de los clientes internos y externos y los del consumidor final. Sin embargo el término calidad adquiere a veces significados diferentes e incluso contradictorios para los distintos agentes de la cadena alimentaria, existiendo además un desconocimiento sobre el concepto de calidad del consumidor. El objetivo de este artículo es analizar los atributos de calidad de la carne de vacuno para el consumidor en opinión de las industrias cárnicas y desde el punto de vista de los propios consumidores. De los consumidores analizamos los motivos de compra, los factores para conseguir una carne de vacuno de calidad y los factores de confianza para informarse sobre esa misma calidad.

Palabras clave: Gestión de la calidad, carne de vacuno, industria, consumidor.

Summary
Different considerations about beef quality attributes from the industry and the consumer point of view
Quality management is currently a strategic factor for the survival of companies in any sector including agribusiness sector. In the last one is particulary important in suply chains where food scandals occurred leading to a loss of consumer confidence in the safety and quality of many food products. Quality management involves taking account the requirements of internal and external customers and the consumer requirements too. Nevertheless quality term has different even contradictory meanings for different agents of the supply chain, existing a lack of knowledge about the quality concept of consumer. The aim of this paper is to analyse consumer attributes of beef quality from the industry and the consumer point of view. From consumers we analyse motivation of purchasing beef, factors for achieving quality beef and factors for assessing quality.

Key words: Quality management, beef, industry, consumers.

Introducción

La calidad se considera actualmente un parámetro de gran importancia a la hora de analizar la evolución de distintos mercados de productos agroalimentarios. Dicha importancia es mayor en aquellos productos que por diversas razones han protagonizado "escándalos alimentarios" que han conllevado una menor confianza del consumidor en el producto como es el caso de la carne de vacuno.

El término calidad es complejo, subjetivo y lo que es más importante adquiere en ocasiones significados distintos e incluso contradictorios para los diferentes agentes de la cadena agroalimentaria: productor, transformador, distribuidor o consumidor. Esto último tiene gran trascendencia por cuanto la calidad ha de gestionarse lo cual implica según la nuevas Normas ISO 9000:2000: la planificación, el control, el aseguramiento y la mejora de la calidad. En el sector agroalimentario donde cada cadena está constituida por un conjunto de empresas interrelacionadas, multigestionadas, que buscan la adecuación de la oferta a la demanda (Rodríguez-Barrio *et al.*,1990), el problema se plantea en la medida en que no es suficiente que cada empresa gestione de forma individualizada la calidad. En efecto habrán de tener en cuenta los requerimientos de sus clientes internos y externos y finalmente los del cliente o consumidor final.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el concepto de calidad que en opinión de distintas industrias cárnicas (mataderos y salas de despiece) tiene el consumidor final acerca de la carne de vacuno, y contrastar sus opiniones con los criterios de calidad que utilizan los consumidores a la hora de adquirir dicha carne. Ello permite poner de relieve diferencias en los parámetros de calidad manejados por los diversos agentes y la necesidad de un mejor conocimiento del consumidor a la hora de, dado el caso, fomentar el consumo de la carne de vacuno.

Metodología

La investigación realizada ha sido concluyente, descriptiva y de sección cruzada. Para la obtención de datos se ha recurrido a fuentes primarias a través de las cuales se han conseguido los objetivos formulados. El instrumento básico de recogida de información ha sido la encuesta directa realizada a los distintos agentes de la cadena agroalimentaria carne de vacuno. Los tipos de muestreo utilizados han sido no probabilístico en el caso del eslabón transformación y probabilístico en el de consumidores.

En el caso del eslabón transformación basándonos en el censo de industrias on line del Ministerio de Sanidad y Consumo (www.msc.es) de la Comunidad Autónoma de Aragón y de la provincia de Lérida se realizaron encuestas mediante entrevista personal en mataderos frigoríficos y municipales y en salas de despiece de tres tipos: independientes (establecimientos privados que procesan canales propias o de terceros), salas a cargo del matadero (que procesan canales provenientes del faenado del matadero al cual pertenecen) o salas a cargo del detallista (salas que procesan canales propiedad del distribuidor).

Los criterios básicos de selección en el caso de los mataderos fueron la máxima cobertura de cada provincia, la facilidad de desplazamiento y el mayor impacto en el sacrificio. En total se encuestaron el 53,8% de los mataderos censados en los que se realizaba el 85,3% del sacrificio. En el caso de las salas de despiece se realizaron encuestas en los tres tipos mencionados aunque en mayor proporción las que se encontraban a cargo de los mataderos.

En el caso de los consumidores se realizaron un total de 227 encuestas mediante entrevista directa en el establecimiento de compra a consumidores responsables de la compra de carne en diferentes municipios de las tres provincias de la Comunidad Autónoma de Aragón y de la provincia de Lérida. El trabajo de recogida de información tuvo lugar en el último trimestre del año 1999 y primero de 2000. Con este número de encuestas se obtiene para la hipótesis de no normalidad de las características estudiadas y para un nivel de confianza en los resultados del 95,5% un error máximo admisible del 6,6% que puede considerarse dentro de los límites aceptables. Para lograr una mayor representatividad de la muestra se consideró el criterio "tamaño poblacional" realizándose una afijación proporcional del porcentaje de encuestas al porcentaje de la población residente en cada uno de los estratos en que se dividieron los municipios incluidos en el estudio (menores de 5.000 habitantes, entre 5.000 y 50.000 y mayores de 50.000).

Los métodos de análisis de datos utilizados han sido de tipo univariante y multivariante como se refleja en los resultados. Dentro del primer tipo se han realizado distribuciones de frecuencias y Test *t* de Student incluyendo el Test de Levene para comparación de medias. De tipo multivariante se han realizado Análisis de Componentes Principales (ACP), utilizándose en todos los casos el paquete estadístico SPSS, v.10.

Resultados y Discusión

Dividimos los resultados en dos bloques diferentes: en el primero de ellos se analiza la opinión que el eslabón transformación (mataderos y salas de despiece) tiene sobre lo que son parámetros de calidad para el consumidor final, si son suministrados o no esos factores por parte de las industrias y si existe una buena comunicación con el consumidor; en el segundo se estudian los parámetros de calidad del consumidor final a través del análisis de las motivaciones para la compra, así como de los factores precisos para conseguir carne de vacuno de calidad y para informarse de dicha calidad.

Opinión del eslabón transformación sobre los parámetros de calidad del consumidor final

Se trata de una pregunta abierta formulada de la misma forma a mataderos y a salas de despiece.

a) Mataderos

Con relación a la opinión que tienen las empresas acerca de la definición o concepto de calidad del producto para el consumidor final, se observan las respuestas ordenadas por orden decreciente de importancia que aparecen en la Tabla 1.

De lo señalado en la tabla siguiente, se puede concluir que para las empresas el concepto de la calidad de la carne de vacuno para el consumidor final se basa principalmente en la coloración que debe ser blanco rosada, con poca o ninguna grasa, de buena presentación y tierna. De Felipe y Briz (2001) han señalado que en Europa el color es una característica esencial, seguida por el país de origen y la magrura entreverado de la carne. Sánchez *et al.* (2001) indican que para el consumidor español el color, la dureza y el contenido de grasa son importantes en el momento de la compra, mientras que Briz *et al.* (2001) indican que la jugosidad, sapidez y terneza son importantes después de la compra.

Se han estudiado las posibles diferencias existentes entre los dos tipos de mataderos encuestados, frigoríficos y municipales. Los resultados ponen de manifiesto que según los mataderos frigoríficos el consumidor

buscaría carne de color blanco rosado, sin o con poca grasa, bien presentada, tierna y sin residuos; los municipales priorizarían en cambio la carne bien presentada y secundariamente que sea de color blanco rosado, sin o con poca grasa y tierna.

Tabla 1. Opinión empresarial del concepto de calidad para el consumidor final (%)
Table 1. Managerial opinion about the quality concept of the final consumers (%)

Idea de calidad del consumidor final	Respuestas	Ranking
Carne de color blanco rosada	28,6	1º
Buena presentación (tamaño del corte y su exposición)	14,3	2º
Sin o con poca grasa	14,3	2º
Tierna	11,4	4º
Por el precio	5,7	5º
Sin residuos, natural	5,7	5º
Carne de animal joven	2,9	7º
Sin estándares	2,9	7º
Carne certificada	2,9	7º
Blanda	2,9	7º
Jugosa	2,9	7º
Se deja influenciar por el carnicero	2,9	7º
Carne oscura	2,9	7º

Para estudiar las diferencias existentes entre los mataderos frigoríficos y los municipales con relación a la opinión acerca del concepto de calidad que tiene el consumidor final, hemos procedido a realizar una comparación entre las medias de las respuestas de forma descriptiva. Para ello para cada factor consultado y según el tipo de matadero, se han ponderado las respuestas como 1 ó 2 según sean éstas No o Sí, respectivamente y de estos valores se han obtenido las medias correspondientes.

Con el objeto de determinar si los valores medios de las variables estudiadas son significativamente iguales (para un $\alpha = 0,05$), se ha procedido a realizar en primer lugar el Test de Levene para homogeneidad de varianzas y luego el t–test para la igualdad de medias. De acuerdo a esto se concluye que para todas las medias incluidas en el estudio no existen diferencias significativas en el grado de importancia otorgado por los mataderos frigoríficos y municipales a las variables en estudio. En el caso de las varianzas, existen diferencias significativas en las variables carne color blanco rosado, sin residuos, jugosa, se deja influenciar por el carnicero y carne oscura, sin embargo, estas diferencias encontradas no tienen finalmente influencia en el resultado final en la igualdad de las medias estudiadas.

b) Salas de despiece

Con relación a la opinión que tienen las empresas acerca de la definición, estándar o concepto de calidad de producto para el consumidor final, se observan las respuestas ordenadas por orden decreciente de importancia que aparecen en la Tabla 2.

El 53,3% de las respuestas acerca de la definición que tiene el cliente final en torno a la calidad, desde el punto de vista de la empresa, corresponde a que la carne de calidad debe ser de color blanco rosada y

tierna, con un 33,3% y 20%, respectivamente. La buena presentación y sin o con poca grasa (13,3% de frecuencia de respuestas cada uno) también son factores de calidad relevantes al igual que en el caso de los mataderos. La certificación de la carne es un estándar con bajo porcentaje de respuesta (6,7%).

Tabla 2. Opinión empresarial del concepto de calidad para el consumidor final (%)
Table 2. Managerial opinion about the quality concept of the final consumers (%)

Idea de calidad del consumidor final	Respuestas (%)
Carne de color blanco rosada	33,3
Tierna	20,0
Buena presentación (tamaño del corte y su exposición)	13,3
Sin o con poca grasa	13,3
Carne de animal joven	6,7
Sin estándares	6,7
Carne certificada	6,7
Total	100

Coincidencia o no de los parámetros de calidad aportados por la empresa y los buscados por los consumidores

Tras dar las empresas cárnicas su opinión sobre los parámetros de calidad buscados por los consumidores, se les preguntó acerca de si pensaban que suministraban esos parámetros de calidad mencionados. En el caso de darse una respuesta negativa se preguntaba acerca de los cambios que debería introducir la empresa para alcanzar la calidad que el consumidor final demandaba.

En el caso de los mataderos el 71,4% de los encuestados consideraba que sí suministraba los factores de calidad que en su opinión buscaba el consumidor en el momento de la compra. Frente a ellos el 28,6% aseguraba que no. Este porcentaje se elevaba hasta el 40% en el caso de los mataderos municipales.

Porcentajes similares se obtuvieron en el caso de las salas de despiece donde el 75% consideraba que suministraba los factores de calidad mencionados frente al 25% que aseguraba que no lo hacía.

Al preguntar a las empresas que afirmaban que no suministraban los factores de calidad qué podía hacerse para cambiar esta situación, la mitad de los mataderos aseguraba que no había nada que hacer y el resto indicaba que debía educarse al consumidor para cambiar estos parámetros, o bien, realizar el sacrificio de animales que presentasen este tipo de carne más blanca demandada (más jóvenes o alimentados con leche). También en el caso de las salas de despiece se aseguraba que para mejorar esta situación era necesario mejorar la información al consumidor.

Comunicación entre industria y consumidor

Al consultar a las industrias cárnicas acerca de si creían que existía una buena comunicación entre la empresa y el consumidor final, el 85,7% de los mataderos y el 75% de las salas de despiece indicaron que no. Al preguntar a estas empresas acerca de cómo

mejorar la comunicación cliente final-empresa se obtuvieron los siguientes resultados (%):

a) Mataderos

- Campañas de difusión: 33,3
- Programa de visitas a la empresa: 25,0
- No se puede: 25,0
- Mayor colaboración con el distribuidor: 8,3
- El tener tiendas de venta directa: 8,3

Algo más de la mitad de las empresas (58,3%) argumentan que la solución frente a la incomunicación entre ellas y el consumidor final se podía solucionar con un programa de visitas a la empresa, o bien, a través de campañas de difusión. Frente a ellas una cuarta parte consideraba que no se podía mejorar esta situación.

b) Salas de despiece

En el caso de las salas de despiece se obtuvieron los siguientes resultados (%):

- Sensibilizar al cliente: 33,3
- Nada: 16,7
- Campañas de difusión: 16,7
- A través del distribuidor: 16,7
- Por la Administración: 16,7

De las respuestas obtenidas destaca que un tercio de las empresas considera que la solución al problema de su incomunicación con el consumidor final debe pasar por la sensibilización del consumidor.

Parámetros de calidad de la carne de vacuno para el consumidor final

Los parámetros de calidad manejados por el consumidor son abordados a través de tres cuestiones planteadas:

- Los factores que motivan la compra de la carne de vacuno
- Los factores para conseguir carne de vacuno de calidad
- Los factores de confianza para informarse de la calidad de la carne

Motivación para la compra

Se ha preguntado mediante una pregunta cerrada que contempla doce factores distintos, los motivos que tiene el consumidor para adquirir carne de vacuno en el momento de la compra. El factor con mayor frecuencia en la categoría de *mucha importancia* es que no tenga sustancias nocivas (44,9%) porcentaje que coincide con el de la categoría *importante* (Tabla 3). Sumando ambas frecuencias este factor obtendría el 88,9%, teniendo frecuencias similares los factores nutritivo/saludable (93,4%), nos gusta/satisfacción (89,9%) y familia/niños (77,5%).

Mayoritariamente no se le asigna *ninguna importancia* al factor lo que dice la promoción/publicidad (81,5%) y lo que dicen los medios de comunicación (72,3%).

En España distintos autores (Álvarez *et al.*, 2001; Briz *et al.*, 2001) han señalado que el que la carne esté libre de sustancias perjudiciales para la salud es una de las características más valoradas en el momento de realizar la compra.

Vannopen *et al.* (2001a, 2001b) han indicado que, dentro de las motivaciones específicas para el consumo de alimentos frescos, las más valoradas son la seguridad y la salud, seguidas de los grupos de motivación llamados de hedonismo (relacionados con la frescura, el gusto y el placer) y universalismo (relacionados con el medio ambiente, bienestar animal y desarrollo de las regiones). En el caso específico del consumo de carne de vacuno, Henson y Northen (2000)

han concluido en sus estudios que los consumidores, para valorar la seguridad de la carne de vacuno en el lugar de la compra, tienen en cuenta por orden importancia los atributos: frescura, alimentación animal, que sea orgánico, el país de origen, las marcas de calidad, el nombre del productor y, finalmente, el precio.

Desde el punto de vista sociodemográfico, De Felipe y Briz (2001) consideran que el tamaño del hogar es uno de los mayores factores de variación. Para Kubusch (1999) los hogares formados por un mayor número de miembros, tienden a consumir una menor cantidad de carne, a diferencia de aquellos en los que viven una o dos personas, que consumen mayor cantidad. Verbeke *et al.* (1999) han indicado que la presencia de niños en el hogar incrementa la probabilidad de disminuir el consumo de carne fresca.

Clasificados los consumidores desde el punto de vista socio-cultural Dagevos y Van Gaasbeek (2001), concluyen que el consumidor racional o calculador está más confiado en la seguridad de los alimentos y menos preocupado por la presencia de hormonas, aditivos e ingredientes GMO (genéticamente modificados). Mientras que los consumidores tradicionales y responsables, perciben un riesgo en estos aspectos y están más preocupados por el efecto negativo del consumo de este tipo de productos.

Tabla 3. Motivaciones para la compra de carne de vacuno (%)
Table 3. Motivations for purchasing beef (%)

Factores	Ninguna	Importante	Mucha	No sabe
Familia/niños	21,1	48,5	29,1	1,3
Nutritivo/saludable	5,3	62,6	30,8	1,3
Que no tenga sustancias nocivas	4,8	44,9	44,9	5,3
Fácil de comprar	35,7	49,8	10,1	4,4
Fácil de cocinar	39,6	47,1	10,1	3,1
Saber como se prepara	49,8	41,0	7,9	1,3
Costumbre/tradición	47,6	39,2	8,8	4,4
Precio	37,9	40,1	21,1	0,9
Nos gusta/satisfacción	9,2	52,9	37,0	0,9
Adecuada para celebraciones	45,4	37,0	15,0	2,6
Lo que dice promoción/publicidad	81,5	12,3	3,5	2,6
Lo que dicen los medios de comunicación	72,2	17,6	8,4	1,8

Factores para conseguir una carne de vacuno de calidad

Se trata de una pregunta cerrada con siete opciones de respuesta que el consumidor debe asignar a las categorías "*Sin importancia*", "*Importante*", "*Muy importante*" *o* "*No sabe*" (Tabla 4).

Destaca la *mucha importancia* asignada por la mayoría de los consumidores (57,7%) al factor "Alimentación animal". También la región de producción/origen es considerada como Importante (42,7%) o Muy importante (36,6%) por la gran mayoría de los consumidores (79,3%).

Son factores *importantes*, con frecuencias en torno al 50%, el tiempo y forma de almacenamiento, la producción respetuosa con el animal y con el medio ambiente.

Destacan los escasos porcentajes de la categoría *ninguna importancia* para la totalidad de factores considerados. Es la raza animal la que obtiene un mayor porcentaje en esa categoría aunque de forma mayoritaria (43,6%) el consumidor *no sabe* su importancia.

En estudios análogos realizados en España por distintos autores (Álvarez *et al*., 2001; De Felipe y Briz, 2001) se ha destacado que el origen y en particular si éste es próximo al lugar donde reside el consumidor es considerado un factor importante en la valoración de la calidad de la carne de vacuno.

Tabla 4. Factores para obtener carne de vacuno de calidad (%)
Table 4. Factors in order to obtain quality beef (%)

Factores	Ninguna	Importante	Mucha	No sabe
Región de producción/ origen	13,2	42,7	36,6	7,5
Producción respetuosa medio ambiente	14,1	49,8	18,5	17,6
Producción respetuosa con el animal	11,0	52,0	24,2	12,8
Alimentación del animal	4,8	28,2	57,7	9,2
Raza animal	23,8	21,1	11,4	43,6
Sacrificio/ Procesado/ empaquetado	11,4	46,3	21,6	20,7
Tiempo y forma de almacenamiento	4,4	53,3	29,5	12,8

Para describir la estructura que subyace a la matriz de datos originales se ha realizado un análisis factorial de componentes principales que nos permite ver el grado de asociación entre las variables. El KMO tiene un valor de 0,596 (Tabla 5) que puede considerarse aceptable y ello permite continuar con la interpretación del análisis factorial.

Tabla 5. KMO y prueba de Bartlett
Table 5. KMO and Bartlett's Test

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin		0,596
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	285,535
	Grados de libertad	21
	Significación	0,000

Los dos factores con autovalores superiores a 1 son capaces de explicar el 52,8% de la variabilidad total, lo cual se considera un porcentaje aceptable.

En la Tabla 6 aparecen los resultados de la matriz de componentes rotados. El método Varimax que minimiza el número de variables con pesos o saturaciones elevadas en cada factor permite interpretar mejor el significado de los factores.

Tabla 6. Matriz de componentes rotados[a]
Table 6. Rotated Component Matrix

	Factores	
	1	2
Sacrificio/Procesado/Empaquetado	0,820	-8,627E-02
Tiempo/forma de almacenamiento	0,774	-0,104
Raza animal	0,523	0,256
Alimentación animal	0,493	0,147
Producción respetuosa con el medio ambiente	8,742E-02	0,877
Producción respetuosa con el animal	0,236	0,819
Región de producción/origen	-7,928E-02	0,544

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.
[a] La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Factor 1

Variables:

- Sacrificio, procesado y empaquetado
- Tiempo y forma de almacenamiento
- Raza animal
- Alimentación animal

Factor 2

Variables:

- Producción respetuosa con el medio ambiente
- Producción respetuosa con el animal.
- Región de producción / origen.

- Al *primer factor* que explica el 26,6% de la varianza le caracterizan fundamentalmente variables relacionadas con el proceso de industrialización del ganado y almacenamiento de las carnes. Con una correlación menor aparecen las variables raza y alimentación animal.

- Al *segundo factor* que explica el 26,3% de la varianza le caracterizan sobre todo las variables de producción respetuosa con el medio ambiente y con el animal.

Factores de confianza para informarse de la calidad de la carne de vacuno

Al igual que la anterior es una pregunta cerrada donde se contemplan cinco posibles factores de confianza. Las categorías de respuesta se han adaptado a la pregunta formulada y son "*no mucha*", "*bastante*", "*mucha*" y "*no sabe*" (Tabla 7).

Hay tres factores de confianza con un alto porcentaje de respuestas en la categoría "*mucha*" que son por orden decreciente: Apreciación directa (63,9%), aspecto del establecimiento (58,1%) y su carnicero (56,4%). Estos factores presentan además elevadas frecuencias de respuesta en la categoría *bastante*.

Los otros dos factores etiquetado/marca y precio presentan por el contrario altas frecuencias de respuesta en la categoría *no mucha* (48,0% y 45,8%, respectivamente) y algo menos en bastante.

La confianza del consumidor en el carnicero como factor importante dentro de los hábitos de compra en España ha sido señalado por distintos autores (Briz y De Felipe, 2000; Briz *et al.*, 2001). Álvarez *et al.* (2001) han

indicado la importancia de la apreciación directa por parte del consumidor final y Becker (2000) la de la frescura como factor de confianza para la seguridad.

Para Vannopen *et al.* (2001a) las etiquetas garantizan el origen del producto y también pueden ofrecer garantías con respecto al bienestar animal.

Wachenheim *et al.* (2000) consideran que los consumidores que compran carne con marca tienen una mejor percepción de este producto y están dispuestos a pagar más por este tipo de carne. En cuanto a su importancia para el consumidor, en el caso de la carne de vacuno, Álvarez y Álvarez (1998) señalan la etiqueta como el atributo de calidad más valorado por los consumidores y la consideran como una vía para transmitir información relevante al consumidor, sobre todo ante el incremento de la preocupación por la seguridad sanitaria a raíz de los escándalos alimentarios que se han producido.

Tabla 7. Factores de confianza para informarse de la calidad de la carne de vacuno (%)
Table 7. Credence attributes in order to inform themselves about the quality beef (%)

Factores	No mucha	Bastante	Mucha	No sabe
Su carnicero	11,4	32,2	56,4	0
Apreciación directa	4,0	30,8	63,9	1,3
Etiquetado / marca	48,0	30,4	15,0	6,6
Precio	45,8	37,0	13,7	3,5
Aspecto establecimiento	1,8	40,1	58,1	0

Para describir la estructura que subyace a la matriz se ha realizado un análisis factorial de componentes principales que nos permite ver el grado de asociación entre las variables. El KMO tiene un valor de 0,556 (Tabla 8) que permite continuar con la interpretación del análisis factorial.

Los dos factores incluidos en el modelo son capaces de explicar el 56,8% de la varianza total, lo cual se considera un porcentaje aceptable.

En la Tabla 9 aparecen los resultados de la matriz de componentes rotados. El método Varimax que minimiza el número de variables con pesos o saturaciones elevadas en cada factor permite interpretar mejor el significado de los factores.

Tabla 8. KMO y prueba de Bartlett
Table 8. KMO and Bartlett's Test

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin		0,556
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	76,041
	Grados de libertad	10
	Significación	0,000

Tabla 9. Matriz de componentes rotados[a]
Table 9. Rotated Component Matrix

	Componente	
	1	2
Apreciación directa de la carne	0,798	8,992E-02
Aspecto del establecimiento	0,633	0,310
Su carnicero	0,622	-0,216
Precio	-1,720E-02	0,811
Etiquetado/marca	8,506E-02	0,774

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.
[a] La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Factor 1

Variables:

- Apreciación directa de la carne.
- Aspecto del establecimiento.
- Su carnicero.

Factor 2

Variables:

- Precio
- Etiquetado y/o marca

- El *primer factor* que explica el 28,6% de la varianza considera aquellos factores de confianza considerados mayoritariamente por los consumidores de mucha o bastante importancia.

- El *segundo factor* que explica el 28,2% de la varianza agrupa a los factores considerados en general de no mucha o bastante importancia.

Conclusiones

Las conclusiones han de ser formuladas con cierta precaución debido a la diferente manera de plantear las cuestiones a ambos eslabones industria y consumidores. También debería tenerse en cuenta el ámbito territorial del estudio como factor que podría condicionar los resultados obtenidos. No obstante a partir de los resultados anteriores hay algunos aspectos relevantes que nos parece interesante describir.

Es evidente que el eslabón transformación sitúa la noción de calidad del consumidor final en atributos intrínsecos o muy ligados a las características organolépticas del producto tales como color, presentación, grasa y terneza, habiendo además una coincidencia entre mataderos y salas de despiece.

Mayoritariamente las industrias cárnicas opinan que suministran los factores de calidad demandados por los consumidores, aunque un porcentaje no desdeñable, en torno al 25% opina que no. Parece desprenderse de sus afirmaciones que el consumidor utiliza atributos de calidad "no correctos" por cuanto se menciona repetidamente la idea de educar al consumidor.

La mayor parte de las empresas opinan además que no existe una buena comunicación entre estos dos eslabones de la cadena, industria y consumidor, lo cual podría deberse a la existencia de otro eslabón intermedio el minorista constituido por los

carniceros tradicionales y las cadenas de distribución fundamentalmente.

La importancia atribuida por los consumidores a la ausencia de sustancias nocivas y a que la carne sea nutritiva/saludable como motivo de compra, así como la importancia de la alimentación animal y el origen como factores para conseguir carne de vacuno de calidad, son a nuestro juicio factores nada desdeñables a la hora de establecer las correspondientes estrategias comerciales.

La apreciación directa del producto, el aspecto del establecimiento o el propio carnicero son factores de confianza más importantes que el precio o las etiquetas / marcas. En un estudio más amplio llevado a cabo por nosotros mismos sobre todos los eslabones de la cadena, se ha observado que para ningún agente de la misma el precio es considerado como indicador de calidad de forma mayoritaria. En el caso de los consumidores sólo el 13,7% admite que el precio tiene mucha importancia para informarse de la calidad de la carne que compra.

Consideramos que muchos de los aspectos de calidad señalados por los consumidores (origen, alimentación, etc.) han sido y son tenidos en cuenta en los diferentes signos de calidad (IGPs, Marcas colectivas, Marcas de garantía, etc) existentes en la actualidad; no obstante esta visión amplia de la calidad por parte del consumidor no parece ser actualmente compartida por el resto de eslabones de la cadena que tienen una visión restringida de los atributos de calidad manejados por el consumidor. Un mayor conocimiento del concepto de calidad del consumidor sería necesario en la situación actual en la que los mecanismos de diferenciación de la producción están conllevando una mayor integración de los diferentes agentes implicados en el proceso de producción y comercialización.

Bibliografía

Álvarez S, Álvarez S, Albardiaz S, 2001. *Sistemas de Calidad en productos alimentarios de origen animal: caso de "Ternera de Navarra"*. En IV Congreso Nacional de Economía Agraria, Pamplona.

Álvarez M, Álvarez S, 1998. *Situación del mercado de la carne de vacuno y certificaciones de calidad.* En III Congreso Nacional de Economía Agraria, Lérida.

Becker T, 2000. Consumer perception of fresh meat quality: a framework for analysis. *British Food Journal,* Vol. 102, (3), 158-176.

Briz J, De Felipe I, 2000. Hábitos y percepciones del consumo de carne en España. *Eurocarne,* 88: 51-61.

Briz J, Mahlau M, De Felipe I, 2001. *Changes in Spanish beef chain*. Proceeding of the 71st Seminar of the EAAE, Zaragoza (Spain).

Dagevos J, Van Gaasbeek A, 2001. *Approaching contemporary food consumers: a few reflections on research and results.* Proceeding of the 71st Seminar of the EAAE, Zaragoza (Spain).

De Felipe I, Briz J, 2001. *Seguridad alimentaria y actitud del consumidor: el vacuno en la Unión Europea*. En IV Congreso Nacional de Economía Agraria, Pamplona.

Henson S, Northen J, 2000. Consumer assessment of the safety of beef at the point of purchase: A Pan-European study. *Journal of Agricultural Economics,* Vol. 51 (1), 90-105.

Kubusch N, 1999. El consumo de carne y productos cárnicos en España en 1998. *Eurocarne*. 82: 19-24.

Rodríguez-Barrio J, Rivera L, Olmeda M, 1990. *Gestión comercial de la empresa agroalimentaria.* Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Sánchez M, Sanjuán A, Akl G, 2001. El distintivo de calidad como indicador de seguridad alimenticia en carne de vacuno y cordero. *Economía Agraria y Recursos Naturales*. Vol. 1 (1): 77-94.

SPSS Software Products, 1999. SPSS v.10. SPSS Software Products, Chicago IL.

Vannoppen J, Verbeke W, Van Huylenbroeck G, Viaene J, 2001a. Consumer valuation of short market channels for fresh food through laddering. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing,* Vol. 12 (1), 41- 69.

Vannoppen J, Verbeke W, Van Huylenbroeck G, 2001b. Motivational structures toward purchasing labelled beef and cheese in Belgium. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing,* Vol. 12 (2), 1- 29.

Verbeke W, Ward R, Viaene J, 1999. *Exploring influencing factors on meat consumption decisions through probit analysis: the case of fresh meat demand in Belgium.* Selected paper, 1999 Annual Meeting, Nashville, Tennessee.

Wachenheim C, Alonso C, Dumler M, 2000. Marketing a branded fresh beef product. *Journal of Food products Marketing,* Vol. 6 (1), 53- 79.

www.msc.es. Ministerio de Sanidad y Consumo, portal de internet.

(Aceptado para publicación el 1 de junio 2006)

Distintas formas y momentos de aplicación de paclobutrazol y sus efectos en características vegetativas y de floración de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.)

A. Zagabria*, N. Francescangeli**, L. Mascarini*

*Cátedra de Floricultura, Facultad de Agronomía-UBA
**EEA INTA San Pedro. Dirección Postal: EEA INTA San Pedro. Ruta 9 Km 170 – C.C. 43 – B2930 ZAA San Pedro, Argentina.

Resumen
Se analizaron los efectos del paclobutrazol (en solución de 5 ppm) aplicado por inmersión de bulbos o por riego, sobre características vegetativas y de floración de tulipanes *Leen van der Mark, Inzel* y *Rosario.* El cultivo se desarrolló en macetas, en invernadero, en la Estación Experimental Agropecuaria San Pedro del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina), durante el invierno de 2005. Se evaluaron los momentos de aplicación: 0, 1 y 24 horas antes del transplante, para la inmersión; y 0, 1, 11 y 21 días desde el transplante (ddt), para el riego. La temperatura promedio fue de 15º C. En ningún caso los tratamientos influyeron en el tiempo a emergencia y en el largo de la flor (excepto una leve disminución en *Rosario* para 24 hs de inmersión). Para cada híbrido se observaron efectos variables entre momentos de aplicación de cada una de las formas, en los parámetros: duración de las etapas vegetativa y de floración y altura en el momento de la venta y al final de la floración. Se concluye que, si se desea utilizar paclobutrazol para disminuir la altura de las plantas de *Leen van der Mark, Inzel* y *Rosario*, sin que se afecten características de la floración; sería recomendable para una solución de 5 ppm la inmersión de bulbos por 24 hs o el riego a los 21 ddt.

Palabras clave: bulbosas, regulador de crecimiento, altura

Summary
Effect of type and time of application of paclobutrazol on tulip (*Tulipa gesneriana* L.) vegetative characters and flowering
The effects of paclobutrazol (5 ppm solution) applied by immersion or through irrigation on vegetative and flowering characteristics of "Leen van der Mark", "Inzel" and "Rosario" tulip were determined. Plants were grown in pots inside a greenhouse in the Agricultural Experimental Station San Pedro of National Institute of Agricultural Technology (Argentina) in winter 2005. The effect of application time (0, 1, and 24 hours before transplant for immersion, and 0, 1, 11, and 21 days after transplant (dat) for irrigation) was also determined. The average temperature was 15°C. None of the treatments affected emergence time and flower length, with the exception of a slight effect for the hybrid Rosario. The effects of treatments on the length of the vegetative and flowering periods, and on the height of the plant at selling time and at the end of the flowering period depended on the hybrid. It is concluded that in order to shorten the plants of the tulip hybrids "Leen van der Mark", "Inzel" and "Rosario", without affecting flower characteristics and using a 5 ppm solution of paclobutrazol, it is recommended to immerse the bulbs for 24 hours, or apply it through irrigation at 21 dat.

Key words: bulb plant, plant growth regulator, height

Introducción

En tulipán y otras bulbosas, los principales factores que afectan la altura de las plantas son: las características genéticas, la duración del período de frío al que deben someterse los bulbos (mayor altura a mayor número de horas de frío) y la temperatura de crecimiento del cultivo (mayor altura a mayor temperatura); factores sobre los que existe muy poca elasticidad si se desea maximizar la calidad (Bañón Arias *et al*., 1993; Miller, 2004).

Entre los cambios esenciales que se producen en los bulbos durante el almacenamiento en frío se destaca el aumento de la sensibilidad a las auxinas y a sus interacciones con el ácido giberélico (Rebers, 1994; Rietveld *et al*., 2000). De dichas interacciones resulta la elongación del tallo en tulipán (Okubo & Uemoto, 1985). Este alargamiento del tallo es reducido por el paclobutrazol, sustancia que actúa como inhibidor de la síntesis de giberelinas (Saniewski, 1989), y por otros retardantes de crecimiento, como ancymidol (De Hertogh, 1989), flurprimidol y uniconazol (Krug, 2003) que fueron utilizados en tulipán a fin de obtener plantas de menor altura para su uso en maceta.

Los tulipanes en maceta constituyen una alternativa productiva muy difundida en EEUU debido a sus mínimos requerimientos de espacio y ciclo corto (Miller, 2002). De Hertogh (1996) sugirió que una altura óptima para tulipanes en maceta debería estar en el rango 20 a 25 cm, excluyendo el contenedor. Un problema potencial de muchos cultivares de gran interés comercial es el alargamiento del tallo por encima de estos valores (Krug, 2004). Para superarlo, diversos estudios con paclobutrazol y otros reguladores de crecimiento se concentraron en encontrar formas de aplicación eficientes y dosis mínimas (Dole & Wilkins, 1999; Barret, 2002).

Aunque actualmente se dispone de una veintena de materiales enanos y de tallo corto; la mayoría de los cultivares de tulipán han sido seleccionados originalmente como flores de corte: hasta 2005, más de 800 variedades disponibles en Holanda con diversos grados de oferta (Koopman, 2005). Distintas razones pueden volcar la elección del productor a estos últimos: preferencias del consumidor, disponibilidad de bulbos, rusticidad y adaptación a condiciones de cultivo, etc. En EEUU el paclobutrazol permitió ampliar el mercado de cultivares de corte destinándolos a su presentación en macetas (Latimer, 2001; Miller, 2004).

En Argentina, el mercado de flor de tulipán es muy reducido y su destino principal es el corte (Romagnoli *et al*., 2002). Sobre un total de 8 has de producción de bulbos, la oferta nacional está restringida a pocos cultivares, entre los que se destacan: *Leen van der Mark, Yokohama, Inzel, Rosario, Ile de France, Montecarlo* y *Viking* (Turró & Diacinti, 2003; Turró, 2006, com.pers.). No se dispone de información sobre la adaptación de estos materiales al cultivo en maceta en condiciones climáticas de inviernos templados, que son las propias de la principal zona florícola del país. Dicha información permitiría ofrecer variedades de tulipán de corte para otros fines ornamentales, tales como planta en maceta o macizos florales.

El objetivo de los experimentos fue analizar el efecto de distintas formas y momentos de aplicación de paclobutrazol sobre características vegetativas y de floración de tres híbridos de tulipán cultivados en maceta.

Materiales y Métodos

En la Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro (EEA San Pedro) (Lat.: 33º 41´ S Long.: 59º 41´ W), provincia de Buenos

Aires, Argentina, durante el período junio-agosto de 2005, se llevaron a cabo dos experimentos independientes sobre cultivo de tulipán en maceta.

Material vegetal:

Los híbridos empleados fueron: *Leen van der Mark, Inzel* y *Rosario,* que pertenecen al grupo Triumph (Netherlands Flower Bulb, 2005).

Condiciones de cultivo:

Se utilizaron bulbos 5ºC de tamaño 12 +, macetas de polietileno de 12 cm de diámetro y un litro de capacidad y sustrato GrowMix® estándar (densidad aparente: 0,083 kg.m^{-3}; porosidad de aire: 22,4 %; retención de agua: 62,18 %) . Debido a que el volumen de sustrato disponible para una planta puede imponer restricciones al sistema radicular y afectar así el crecimiento (Bailey & Whipker, 1998), a fin de evitar competencia por agua y espacio, se plantó un bulbo/maceta para aislar el efecto del retardante. La profundidad de plantación fue tal que se aseguró una distancia de 4 cm entre la punta del bulbo y el nivel de llenado. El cultivo se desarrolló en invernadero, sobre mesadas, con riego por goteo localizado.

Experimentos y tratamientos aplicados:

Los experimentos consistieron en dos formas de aplicación de paclobutrazol: por inmersión de bulbos y por riego, y en cada uno de ellos se evaluaron los siguientes tratamientos:

Experimentos: Formas de aplicación de paclobutrazol	Tratamientos: Momentos de aplicación
Por inmersión de bulbos	Testigo (T) – 1 – 24 horas antes del transplante
Por riego	Testigo (T) – 1 – 11 – 21 días después del transplante

Aplicación de paclobutrazol por inmersión de bulbos:

Los bulbos se plantaron el 07 de junio de 2005. Los tratamientos de inmersión consistieron en sumergir los bulbos en una solución de paclobutrazol de 5 ppm (5 mg.l^{-1}) durante los tiempos indicados. Experimentos anteriores realizados en la EEA San Pedro demostraron que la inmersión de bulbos de tulipán en agua por períodos de hasta 24 horas previos al transplante no afectaba parámetros de pos-transplante (Francescangeli & Fernández, com.pers.). Por lo tanto, se utilizó un solo testigo con bulbos secos.

Aplicación de paclobutrazol por riego:

Los bulbos se plantaron el 02 de junio de 2005. Los tratamientos de riego consistieron en el aporte de 100 ml de una solución de paclobutrazol de 5 ppm (5 mg.l^{-1}) en los momentos indicados. Para aislar el efecto del retardante, en cada oportunidad, se suministraron 100 ml de agua al resto de las plantas del experimento.

Parámetros medidos:

Sobre 10 plantas/ tratamiento se tomaron los registros indicados en la tabla 1.

Si bien la floración puede considerarse iniciada cuando la punta del pimpollo se hace visible, a fin de estimar los efectos de los tratamientos sobre la vida de la flor pos-venta, en estos experimentos la duración de la floración se calculó como la diferencia entre los días a fin de floración y los días a pimpollo con color (o momento de venta).

Se hicieron observaciones diarias de las plantas para detectar la presencia de plagas y de enfermedades. Ante la aparición de

Tabla 1. Definición de los parámetros registrados en cada experimento durante el desarrollo de los cultivos
Table 1. Definition of the parameters registered in each experiment during the development of the crops

Parámetro	Descripción
Etapas del cultivo desde el transplante	
Días a emergencia	Emergencia: Aparición visible del brote
Días a punta de pimpollo visible	Punta de pimpollo visible a simple vista
Días a pimpollo cerrado con color	Pimpollo cerrado con color (momento de cosecha)
Días a flor abierta	Flor abierta: puntas de tépalos separadas
Días a fin de floración	Fin de floración: cuando por lo menos 1 de los tépalos presenta mínimos sectores del borde marchitos
Altura de planta y largo de tallo y flor	
Altura máxima de hojas en posición natural a los 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 días desde el transplante	Altura hasta el máximo nivel alcanzado por las hojas sin modificar su posición natural
Altura hasta punta de pimpollo cerrado coloreado	Pimpollo cerrado con color en toda su superficie
Altura hasta punta de flor a fin de floración	Altura hasta el nivel máximo alcanzado por la flor
Largo del tallo hasta la inserción de la 1ª hoja en los momentos: pimpollo visible, flor abierta y fin de floración	Porción inferior del tallo desde el nivel del suelo hasta la inserción de la 1ª hoja
Largo de flor abierta	Altura de la flor abierta

síntomas de *Botrytis* se hizo un tratamiento con el funguicida Captan (30g/10l de agua) y, a modo preventivo de nuevas manifestaciones de esta enfermedad, se aplicaron: procimidone (Sumilex®), 10 g/ 10 l de agua, a los 7 días y azoxistrobina (Amistar®), 5 cc/ 10 l de agua, a los 15 días. La identificación del hongo y las recomendaciones sanitarias fueron realizadas por el Laboratorio de Fitopatología de la EEA San Pedro. Se eliminaron las plantas que presentaron síntomas de *Botrytis* en más del 10% de su follaje (apreciación visual).

Con un adquisidor automático de datos ETG Multirecorder-P, se obtuvieron a nivel del follaje promedios horarios de temperaturas de aire en el entorno de las plantas, basados en 30 datos (frecuencia: 2 minutos).

Diseño experimental y análisis estadístico:

Se aplicó un diseño de bloques completos aleatorizados con 10 plantas / tratamiento y tres repeticiones.

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa SAS (SAS Inst., 1989) y sus procedimientos GLM, Nest y Mean . Se aplicó la prueba de No Aditividad de Tukey para confirmar la distribución normal de los datos. Las variables que no ajustaron a una distribución normal se transformaron aplicando la raíz cuadrada de x. Necesitaron de esta transformación las siguientes variables: días a emergencia, altura a 7 y a 14 días y largo de tallo a pimpollo visible. Para facilitar la interpretación de los resultados, estos parámetros se presentan retransformados. Los datos se sometieron al análisis de la variancia (α = 0,05) y se compararon las

medias con la prueba de Duncan (α = 0,05). Para caracterizar los parámetros propios de los híbridos, cultivados en las condiciones ambientales en las que se desarrollaron las plantas, se compararon los testigos de los dos experimentos utilizando un diseño anidado (con testigos anidados dentro de experimento), a fin de descartar diferencias estadísticamente significativas debidas a las fechas de plantación (5 días de diferencia entre experimentos) y al manejo particular de los cultivos. Se promediaron las variables de los testigos de ambos experimentos que no fueron afectados por dichas diferencias.

Resultados y discusión

Las temperaturas óptimas para la producción de flores de tulipán provenientes de bulbos 5ºC fueron definidas entre 13 y 20ºC para la mayoría de los cultivares (Nard *et al*., 1997). Las temperaturas promedio del aire durante el ciclo de los cultivos fueron similares en ambos experimentos: 15,0 ºC. Por lo tanto, se considera que las plantas se desarrollaron dentro de condiciones térmicas no estresantes.

Comportamiento agronómico de los híbridos

Los híbridos utilizados presentaron diferencias entre sí propias del material genético. Las variables no afectadas por la fecha de plantación y por el manejo particular de cada ensayo, permitieron caracterizar estas diferencias a través de la comparación de los testigos de los dos experimentos (tabla 2).

Tabla 2. Comparación de distintos parámetros no afectados por la fecha de plantación registrados en los testigos de los híbridos en estudio[1] [2]

Table 2. Comparison of the parameters not affected for plantation date registered on the hybrids under study [1] [2]

Parámetro	Leen van der Mark	Inzel	Rosario	c.v.
Días a emergencia	7,8 b	14,1 a	7,0 b	16,6
Días a punta de pimpollo visible	32,9 b	32,3 b	38,6 a	3,9
Días a pimpollo cerrado con color	36,4 b	36,1 b	50,2 a	7,9
Días a fin de floración	55,7 b	52,4 c	58,6 a	5,0
Altura máxima de hojas los 21 días (cm)	8,7 a	5,4 b	7,4 a	11,1
Altura máxima de hojas los 49 días (cm)	28,9 b	32,4 a	24,9 c	11,8
Altura hasta punta pimpollo coloreado (cm)	17,8 c	21,0 b	27,8 a	11,4
Altura hasta punta flor a fin de floración (cm)	49,1 a	46,9 a	40,7 b	10,7
Largo del tallo hasta la inserción de la 1ª hoja a pimpollo visible (cm)	1,7 b	2,4 a	1,9 ab	3,6
Largo del tallo hasta la inserción de la 1ª hoja a fin de floración (cm)	4,2 b	5,5 a	4,1 b	12,9
Duración de la floración (días)	19,2 a	16,3 b	8,0 c	13,5

[1] Para caracterizar los parámetros propios de los híbridos, se compararon los testigos de los dos experimentos a través de los promedios de las variables que no fueron afectadas por las fechas de plantación.

[2] Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas, según la prueba de Duncan (α = 0,05); c.v.= coeficiente de variación.

El híbrido *Inzel* tuvo un significativo atraso en la emergencia con relación a los otros dos. Sin embargo, igualó a *Leen van der Mark* para alcanzar el estado de pimpollo cerrado con color o momento de venta, mientras que *Rosario* se atrasó. En altura máxima de hojas a 49 ddt (plena floración) y en el largo de la porción inferior del tallo a fin de floración, *Inzel* fue el que presentó mayores valores. La altura de la planta a punta de pimpollo coloreado (momento de venta) fue distinta para cada híbrido, destacándose una diferencia de 10 cm entre *Rosario* (la más alta) y *Leen van der Mark* (la más baja). Sin embargo, a fin de floración, *Leen van der Mark* aventajó notablemente a *Rosario*. La duración de la floración fue diferente para cada híbrido. *Rosario* fue el más atrasado en iniciar y finalizar la floración, la que fue significativamente más corta que en los otros cultivares. Estas observaciones sugieren los cambios que puede sufrir el cultivo en poder del consumidor.

Aplicación de paclobutrazol por inmersión de bulbos

La comparación de los tratamientos de tiempo de inmersión de los bulbos **dentro de cada híbrido** para los parámetros relacionados con las etapas del cultivo se presenta en la tabla 3, y para los relacionados con las medidas de distintos órganos de las plantas se presenta en la tabla 4.

Tabla 3. Comparación de parámetros relacionados con las etapas del cultivo entre los tratamientos de tiempo de inmersión de los bulbos (T= sin inmersión, 1 h y 24 hs de inmersión) en solución de paclobutrazol para cada híbrido utilizado en el estudio[(1)]

Table 3. Comparison of the parameters related to crops phases between immersion time in paclobutrazol treatments (T=no immersion, 1 h and 24 h immersion) for each hybrid under study[(1)]

Híb	Parámetro	Tiempos de inmersión (horas)			
		T	1	24	c.v.
Leen van der Mark	Días a emergencia	7,8	6,4	6,3	12,6
	Días a punta de pimpollo visible	33,2 a	32,3 a	30,8 b	5,5
	Días a pimpollo cerrado con color	37,3 a	35,8 ab	33,8 b	5,7
	Días a fin de floración	54,9 a	54,9 a	53,1 b	2,4
	Duración de la floración (días)	17,6	19,1	19,3	11,3
Inzel	Días a emergencia	15,9	13,9	13,3	15,5
	Días a punta de pimpollo visible	32,9 a	39,7 b	38,7 b	3,9
	Días a pimpollo cerrado con color	36,9 a	33,8 b	32,8 b	4,0
	Días a fin de floración	53,1 a	52,1 a	46,5 b	10,6
	Duración de la floración (días)	16,3 b	18,4 a	16,2 b	12,5
Rosario	Días a emergencia	7,9	9,0	8,4	15,9
	Días a punta de pimpollo visible	39,1 a	38,5 a	37,3 b	4,2
	Días a pimpollo cerrado con color	50,9 a	50,1 a	46,8 b	5,1
	Días a fin de floración	56,9 a	56,6 ab	56,0 b	1,3
	Duración de la floración (días)	6,7 b	7,0 b	9,4 a	16,9

[(1)] Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas y valores sin letras en la misma fila indican igualdad estadística, según la prueba de Duncan (α = 0,05); c.v.= coeficiente de variación.

Tabla 4. Comparación de parámetros relacionados con medidas de órganos de las plantas entre los tratamientos de tiempo de inmersión de los bulbos (T= sin inmersión, 1 h y 24 hs de inmersión) en solución de paclobutrazol para cada híbrido utilizado en el estudio [1]

Table 4. Comparison of the parameters related to the dimensions of the organs of the plants between immersion time in paclobutrazol treatments (T=no immersion, 1 h and 24 h immersion) for each hybrid under study[1]

Híb	Parámetro (en cm)	Tiempos de inmersión (horas)			
		T	1	24	c.v.
Leen van der Mark	Altura máxima hojas a 7 ddt	0,9 b	1,7 a	1,9 a	15,2
	Altura máxima hojas a 14 ddt	4,0	4,7	4,2	14,8
	Altura máxima hojas a 21 ddt	8,2	8,4	7,9	13,5
	Altura máxima hojas a 28 ddt	14,7 a	14,0 a	12,5 b	12,9
	Altura máxima hojas a 35 ddt	16,9 a	15,9 a	13,9 b	13,6
	Altura máxima hojas a 42 ddt	23,1 a	22,0 a	17,9 b	10,1
	Altura máxima hojas a 49 ddt	28,6 a	26,5 a	21,4 b	13,6
	Altura a punta pimpollo coloreado	18,2 a	15,9 b	10,9 c	10,1
	Altura a punta de flor a fin de floración	51,0 a	48,3 b	38,8 c	8,8
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	1,6	1,6	1,5	13,2
	Largo del tallo inferior a flor abierta	2,4 a	2,1 ab	1,8 b	13,0
	Largo del tallo inferior a fin de floración	4,1 a	3,7 a	2,5 b	6,4
	Largo de flor abierta	5,4	5,2	5,2	11,8
Inzel	Altura máxima hojas a 7 ddt	0	0	0	-
	Altura máxima hojas a 14 ddt	0,42 b	1,05 a	1,02 a	16,0
	Altura máxima hojas a 21 ddt	5,1 b	7,1 a	6,9 a	8,5
	Altura máxima hojas a 28 ddt	13,7 b	15,5 a	14,7 a	15,7
	Altura máxima hojas a 35 ddt	19,8 b	22,7 a	20,5 b	11,9
	Altura máxima hojas a 42 ddt	28,4	28,8	27,2	12,9
	Altura máxima hojas a 49 ddt	32,4	30,7	29,9	12,9
	Altura a punta pimpollo coloreado	21,1 a	21,5 a	16,9 b	8,9
	Altura a punta de flor a fin de floración	47,8 a	47,2 a	41,7 b	10,7
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	2,4 a	2,3 a	1,7 b	16,4
	Largo del tallo inferior a flor abierta	4,4 a	3,7 b	2,5 c	15,7
	Largo del tallo inferior a fin de floración	5,8 a	4,7 b	3,1 c	7,5
	Largo de flor abierta	4,5	4,8	4,8	14,7
Rosario	Altura máxima hojas a 7 ddt	0,66	0,56	0,57	15,7
	Altura máxima hojas a 14 ddt	3,0	2,6	2,9	17,6
	Altura máxima hojas a 21 ddt	7,3	7,0	7,2	12,5
	Altura máxima hojas a 28 ddt	13,1	12,7	11,9	16,0
	Altura máxima hojas a 35 ddt	15,9 a	15,7 a	14,0 b	10,6
	Altura máxima hojas a 42 ddt	20,3 a	20,1 a	17,6 b	8,7
	Altura máxima hojas a 49 ddt	24,7 a	23,9 a	21,1 b	9,0
	Altura a punta pimpollo coloreado	29,3 a	26,7 a	17,3 b	7,9
	Altura a punta de flor a fin de floración	39,5 a	38,8 a	35,9 b	8,9
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	2,0 a	1,8 a	1,4 b	12,0
	Largo del tallo inferior a flor abierta	4,0 a	2,9 a	1,8 c	14,3
	Largo del tallo inferior a fin de floración	4,5 a	3,5 b	3,2 b	13,2
	Largo de flor abierta	5,3 a	5,1 ab	4,9 b	9,2

[1] Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas y valores sin letras en la misma fila indican igualdad estadística, según la prueba de Duncan (α = 0,05); c.v.= coeficiente de variación.

Se destacaron los siguientes resultados:

• En ningún caso los tratamientos influyeron sobre los días a emergencia.

• En *Leen van der Mark* y en *Rosario*, la duración de la etapa vegetativa (días a punta de pimpollo visible) fue acelerada con el tratamiento de 24 horas, mientras que fue atrasada en *Inzel*.

• En los tres híbridos, con la inmersión de 24 horas, la aparición de pimpollo cerrado con color y el fin de floración se produjeron antes que en los testigos.

• Sólo para *Leen van der Mark* los tratamientos de inmersión no afectaron la duración de la floración, mientras que en *Inzel* y en *Rosario*, aunque hubo un efecto diferente entre tiempos de inmersión, en ningún caso la aplicación del paclobutrazol acortó la duración de la floración con relación a los testigos.

• En *Leen van der Mark*: la inmersión de bulbos por 24 horas comenzó a mostrar sus efectos en la altura máxima de hojas desde los 28 ddt. La altura a punta de pimpollo coloreado y de flor a fin de floración fue disminuida progresivamente con el tiempo de inmersión. Los tratamientos no afectaron el largo de la flor.

• En *Inzel*: las plantas cuyos bulbos habían sido tratados presentaron igual altura máxima de hojas que el testigo y entre sí desde 42 ddt. En el momento de la venta y a fin de floración se observó un acortamiento de la altura a punta de pimpollo y flor en las plantas cuyos bulbos recibieron 24 horas de inmersión. En el tratamiento de 1 hora no se observaron efectos en la altura hasta la punta de pimpollo o flor. Los tratamientos no afectaron el largo de la flor.

• En *Rosario*: los tratamientos se diferenciaron entre sí en la altura máxima de hojas desde 35 ddt. Desde entonces, el tratamiento de inmersión durante 24 horas presentó las menores alturas. *Rosario* fue el único híbrido entre los estudiados, en el que se observó un efecto del paclobutrazol sobre el largo de la flor: la inmersión por 24 hs produjo un leve acortamiento en relación al testigo.

Aplicación de paclobutrazol por riego

La comparación de los tratamientos de momento de riego **dentro de cada híbrido** para los parámetros relacionados con las etapas del cultivo se presenta en la tabla 5, y para los relacionados con las medidas de distintos órganos de las plantas se presenta en la tabla 6.

Se destacaron los siguientes resultados:

• En ningún caso los tratamientos influyeron sobre los días a emergencia y sobre el largo de la flor.

• En *Leen van der Mark*: los días a fin de floración se anticiparon levemente (aprox 2 días) en las plantas que fueron regadas a 1 ddt, con relación al testigo. A partir de los 35 ddt todos los tratamientos mostraron una disminución en la altura máxima de hojas. Se destacó el significativo acortamiento de la altura a fin de floración del tratamiento de 21 ddt.

• *Inzel*: el riego a 1 ddt acortó el tiempo a punta de pimpollo visible en aproximadamente 1 día con relación a 11 ddt. Solamente con el riego a 21 ddt se observó una disminución de la altura máxima de las hojas con relación al testigo; y este efecto se dio desde 35 ddt . El mismo comportamiento se registró para la altura a punta de pimpollo coloreado y a punta de flor a fin de floración.

• *Rosario*: el tiempo a punta de pimpollo visible mostró un alargamiento significativo en 21 ddt con relación al testigo (aprox 3

días). Los efectos sobre la altura máxima de hojas comenzaron a observase desde 28 ddt en el tratamiento de 21 ddt con relación al testigo y a 1 ddt. Desde los 42 ddt el testigo presentó la mayor altura de hojas, los tratamientos de 1 y 11 ddt valores intermedios y el tratamiento de 21 ddt, el menor.

A fin de generar recomendaciones sobre uso de paclobutrazol en tulipán, se considerarán sus efectos en los parámetros de interés comercial, tanto para el productor (que los efectos de los tratamientos se hayan manifestado en el momento de la venta) como para el consumidor (que los efectos de los tratamientos visibles en el momento de la compra se mantengan hasta fin de floración, y que ésta no se vea perjudicada).

Por lo tanto, considerando el tiempo de ocupación del invernadero desde el transplante, la altura en el momento de la venta, la altura final, la duración de la floración y el tamaño de la flor, podríamos sintetizar para cada cultivar:

Leen van der Mark: Se observó un acortamiento del tiempo a pimpollo coloreado solamente con la inmersión durante 24 horas (aproximadamente 4 días con respecto a las plantas sin tratar). Considerando la altura hasta la punta del pimpollo, en los tratamientos de inmersión se vio una disminución progresiva directamente proporcional al tiempo, mientras que en los de riego, todos los tratamientos afectaron por igual a este parámetro sin importar el momento de aplicación. La altura a fin de floración mantuvo la misma tendencia que en el momento de la venta: a mayor tiempo de inmersión de bulbos, menor altura; para

Tabla 5. Comparación de parámetros relacionados con las etapas del cultivo entre *T* (testigo, sin paclobutrazol) y los tratamientos de riego con solución de paclobutrazol a 1, 11 y 21 días desde el transplante (ddt), para cada híbrido utilizado en el estudio[(1)]

Table 5. Comparison of the parameters related to crops phases between irrigation time in paclobutrazol treatments (T=no irrigation, 1, 11 and 21 dat irrigation) for each hybrid under study[(1)]

Híb	Parámetro	Momento de riego (ddt)				
		T	1	11	21	c.v.
Leen van der Mark	Días a emergencia	3,3	3,7	3,1	3,5	15,7
	Días a punta de pimpollo visible	32,7	31,9	31,8	32,7	3,9
	Días a pimpollo cerrado con color	35,6	33,3	36,3	36,4	9,9
	Días a fin de floración	56,5 a	53,9 b	55,6 ab	57,8 a	4,8
	Duración de la floración (días)	20,9	20,6	19,3	21,4	6,9
Inzel	Días a emergencia	12,6	12,2	12,1	11,9	12,9
	Días a punta de pimpollo visible	31,8 ab	30,9 b	32,3 a	31,4 ab	3,5
	Días a pimpollo cerrado con color	35,3	35,1	35,6	35,6	4,1
	Días a fin de floración	51,8	49,9	51,2	50,3	6,4
	Duración de la floración (días)	16,5	14,8	15,6	15,7	5,9
Rosario	Días a emergencia	6,2	5,8	6,2	6,2	16,1
	Días a punta de pimpollo visible	38,0 b	38,8 ab	40,5 ab	41,0 a	6,6
	Días a pimpollo cerrado con color	50,2 a	48,4 b	48,7 ab	50,5 a	6,6
	Días a fin de floración	60,3 ab	59,4 b	60,5 ab	60,7 a	4,5
	Duración de la floración (días)	10,1	11,0	11,8	10,2	12,9

[(1)] Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas y valores sin letras en la misma fila indican igualdad estadística, según la prueba de Duncan (α = 0,05); c.v.= coeficiente de variación.

Tabla 6. Comparación de parámetros relacionados con medidas de órganos de las plantas entre *T* (testigo, sin paclobutrazol) y los tratamientos de riego con solución de paclobutrazol a 1, 11 y 21 días desde el transplante (ddt), para cada híbrido utilizado en el estudio[1]

Table 6. Comparison of the parameters related to the dimensions of the organs of the plants between irrigation time in paclobutrazol treatments (T=no irrigation, 1, 11 and 21 dat irrigation) for each hybrid under study[1]

Híb	Parámetro (en cm)	Momento de riego (ddt)				
		T	1	11	21	c.v.
Leen van der Mark	Altura máxima hojas a 7 ddt	3,2	3,2	3,7	3,2	12,1
	Altura máxima hojas a 14 ddt	6,3	6,1	6,7	6,1	13,8
	Altura máxima hojas a 21 ddt	9,2	8,2	9,6	9,0	13,5
	Altura máxima hojas a 28 ddt	13,0 a	12,4 ab	11,1 c	11,6 bc	13,2
	Altura máxima hojas a 35 ddt	18,1 a	15,9 b	14,1 c	14,5 c	14,1
	Altura máxima hojas a 42 ddt	26,5 a	19,4 b	16,2 c	13,4 d	8,7
	Altura máxima hojas a 49 ddt	29,2 a	20,5 b	17,3 c	13,6 d	8,8
	Altura a punta pimpollo coloreado	17,5 a	12,9 b	12,0 b	11,6 b	9,6
	Altura a punta de flor a fin de floración	47,3 a	34,6 b	32,5 b	21,3 c	10,1
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	1,8 a	1,4 b	1,2 b	1,4 b	13,1
	Largo del tallo inferior a flor abierta	2,4 a	1,6 b	1,4 b	1,6 b	13,3
	Largo del tallo inferior a fin de floración	4,1 a	1,9 b	1,7 b	1,3 c	13,1
	Largo de flor abierta	5,6	5,5	5,6	5,6	12,5
Inzel	Altura máxima hojas a 7 ddt	0	0	0	0	-
	Altura máxima hojas a 14 ddt	1,8	2,0	1,8	1,9	15,9
	Altura máxima hojas a 21 ddt	5,8	6,0	5,9	6,0	9,9
	Altura máxima hojas a 28 ddt	12,7	12,5	12,2	11,7	17,7
	Altura máxima hojas a 35 ddt	21,6 a	20,6 a	20,8 a	17,1 b	16,8
	Altura máxima hojas a 42 ddt	30,9 a	29,7 a	29,3 a	22,9 b	14,3
	Altura máxima hojas a 49 ddt	32,5 a	31,0 a	30,5 a	24,2 b	14,3
	Altura a punta pimpollo coloreado	20,9 a	20,3 a	21,0 a	15,5 b	15,6
	Altura a punta de flor a fin de floración	45,9 a	42,0 a	42,7 a	33,7 b	11,8
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	2,4 a	2,1 a	2,6 a	1,6 b	7,9
	Largo del tallo inferior a flor abierta	3,8 a	3,4 a	3,7 a	2,1 b	17,2
	Largo del tallo inferior a fin de floración	5,3 a	4,7 b	4,9 b	2,6 c	16,6
	Largo de flor abierta	5,2	5,4	5,3	5,5	6,4
Rosario	Altura máxima hojas a 7 ddt	1,3	1,7	1,4	1,4	16,9
	Altura máxima hojas a 14 ddt	4,3	4,8	4,2	4,2	13,7
	Altura máxima hojas a 21 ddt	7,5	7,9	7,5	7,7	11,9
	Altura máxima hojas a 28 ddt	11,8 a	12,1 a	11,2 ab	10,9 b	15,5
	Altura máxima hojas a 35 ddt	16,4 a	16,0 a	15,2 ab	14,2 b	13,1
	Altura máxima hojas a 42 ddt	23,5 a	20,6 b	20,1 b	16,1 c	15,3
	Altura máxima hojas a 49 ddt	25,1 a	21,1 b	20,6 b	16,0 c	16,4
	Altura a punta pimpollo coloreado	25,1 a	18,4 b	19,1 b	14,0 c	15,2
	Altura a punta de flor a fin de floración	42,0 a	33,9 b	34,8 b	24,5 c	14,2
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	1,9 a	1,7 a	1,7 a	1,2 b	15,9
	Largo del tallo inferior a flor abierta	3,5 a	2,2 b	2,4 b	1,3 c	11,6
	Largo del tallo inferior a fin de floración	3,6 a	2,8 b	2,8 b	1,7 c	11,7
	Largo de flor abierta	5,2	4,9	5,2	5,3	13,1

[1] Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas y valores sin letras en la misma fila indican igualdad estadística, según la prueba de Duncan (α = 0,05); c.v.= coeficiente de variación.

cualquier tratamiento de riego, menor altura (aunque en este caso, la disminución fue mayor en el tratamiento de 21 ddt con respecto a los otros dos). Ningún tratamiento tuvo efectos sobre la duración de la floración y sobre el tamaño de la flor.

Inzel: Los tratamientos de riego no aceleraron el momento de venta pero todos los de inmersión, acortaron este período con respecto al testigo. Para disminuir la altura a la punta de pimpollo fue necesario la inmersión durante 24 horas o el riego a 21 ddt. La altura a fin de floración se vio afectada en los tratamientos de inmersión de 24 horas y de riego a 21 ddt. Se observó un pequeño incremento en la duración de la floración sólo cuando se sumergieron los bulbos durante 1 hora Ningún tratamiento tuvo efectos sobre el tamaño de la flor.

Rosario: Entre los tratamientos de riego no hubo un efecto claro del producto sobre el acortamiento del tiempo hasta el momento de venta, mientras que entre los de inmersión, el de 24 horas disminuyó este período en 4 días con respecto al testigo. Con relación a la reducción de la altura a punta de pimpollo coloreado, la inmersión durante 24 horas tuvo los efectos esperados; cuando el producto se aplicó por riego todos los tratamientos mostraron efectos, y entre ellos este acortamiento fue más notorio con el riego a 21 ddt. Se podría esperar que la altura a fin de floración mantenga la tendencia observada en el momento de la venta tanto entre los tratamientos de inmersión como entre los de riego. Los tratamientos de riego no afectaron la duración de la floración ni el tamaño de la flor. Entre los de inmersión, el de 24 horas alargó levemente la duración de la floración, y si bien se detectaron diferencias entre este último tratamiento y el testigo en el largo de la flor, éste fue mínimo.

En un estudio similar al presente, Krug *et al.,* (2003) para el híbrido *Prominence,* encontraron efectos del paclobutrazol sobre la altura final de plantas: cuando fue aplicado por inmersión de bulbos durante 10 minutos, a una concentración de 400 ppm, observaron una reducción al final del ciclo de 16%, y cuando fue aplicado por riego en una concentración de 1ppm a plantas de 7-10 cm de altura, la reducción fue de 25 %. En nuestro caso, con una concentración de 5 ppm los efectos de la inmersión de bulbos pre-transplante y del riego a 21 ddt permitieron, respectivamente, una reducción de la altura final de 24 y 55 % en *Leen van der Mark*, 13 y 27 % en *Inzel* y 10 y 42 % en *Rosario*.

La mayor efectividad del riego podría deberse a que el producto es trasladado vía xilema (Latimer, 2001), y la cabellera de raíces desarrollada por las plantas a los 21 ddt podría ser un medio más efectivo de absorción del retardante que el bulbo sumergido en la solución previo al transplante.

Para *Leen van der Mark* tratado por inmersión de bulbos, una concentración tan baja como 5 ppm resultó más efectiva que la de 400 ppm requerida por *Prominence* en el estudio de Krug *et al.* (2003), aunque el tiempo de inmersión fue mayor. Los productores deberían contrastar el costo del retardante con el tiempo requerido para la inmersión, a fin de determinar si la combinación alta concentración-bajo tiempo es más económica que baja concentración-largo tiempo de inmersión.

La intensidad de los efectos confirma además la respuesta diferencial cultivar-dependiente y la necesidad de ajustar dosis y formas de aplicación de paclobutrazol para cada híbrido en particular.

Al igual que lo informado para otros reguladores de crecimiento, el paclobutrazol no tuvo efectos sobre el tamaño de la flor en tulipán (Lee & Suh, 2005)

Ante la posibilidad de elegir entre formas de aplicación de un retardante igualmente efectivas, la inmersión de bulbos aparece la más conveniente debido a la menor cantidad de producto requerido para tratar una gran cantidad de bulbos (Krug, 2004).

Conclusión

Para los híbridos *Leen van der Mark, Inzel* y *Rosario*, si se desea disminuir la altura de las plantas, sin que se afecten características de la floración, en condiciones de cultivo similares a las registradas, sería recomendable utilizar paclobutrazol en una solución de 5 ppm, aplicado por inmersión de bulbos durante las 24 hs previas al transplante o por riego a los 21 ddt.

Estos tratamientos presentaron la ventaja de la aplicación de una menor dosis de retardante que las citadas hasta el momento, lo cual es importante desde el punto de vista económico y del menor impacto ambiental.

Además de satisfacer los objetivos propuestos, algunas variables mejoraron con el tratamiento de inmersión por 24 horas: se adelantó en 4 días el momento de la venta (o pimpollo con color) en los tres cultivares, y se alargó levemente la duración de la floración en *Rosario.*

Bibliografía

Bailey DA, Whipker BE, 1998. Height Control of Commercial Greenhouse Flowers. North Carolina Cooperative Extension Service, Horticulture Information Leaflets Nº 528, 19 pp.

Bañón Arias S, Cifuentes D, Fernández JA, González A, 1993. Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 250 pp.

Barrett J, 2002. Chemical growth regulator chart. Tips on managing floriculture crop problems; pest, diseases, and growth control. Ohio Florists' Assoc. Serv. Inc., Columbus, Ohio, p. 103-115.

De Hertogh AA, 1989. Holland Bulb Forcer's Guide, 4th Ed. International Flower-Bulb Centre. Hillegom, The Netherlands.

De Hertogh A, 1996. Potted tulips (Tulipa) standard forcing, p. B1-54. Holland bulb forcer's guide. International Bulb Centre, Hillegom, The Netherland.

Dole JM, Wilkins HF, 1999. Floriculture principles and species. Tulipa. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., p. 537-545.

Koopman P, 2005. Forcing Tulips. VII Jornadas Nacionales de Floricultura, 19-21 de octubre, Trevelin, Argentina. Conferencia inaugural.

Krug BA, Whipker BE, Dole J, 2003. Pot tulip growth control with Ancymidol, Flurprimidol, Paclobutrazol and Uniconazole. SNA Research Conference, Vol. 48: 535-537

Krug BA, 2004. The Chemical Growth Regulation of Bulb Crops Using Flurprimidol as Foliar Sprays, Substrate Drenches, and Pre-Plant Bulb Soaks.Thesis for the Degree of Master of Sciences, North Caroline State University, Raleigh, 134 pp.

Latimer, JG, 2001. Selecting and using plant growth regulators on floricultural crops. Virginia Cooperative Extension, Publication 430-102, 21 pp.

Lee KH, Suh JK, 2005. Effects of Nutrient Solution Composition and Plant Growth Retardants on Growth and Flowering in Hydroponics of Cut Tulip. Acta Hort. 673: 519-523.

Miller W, 2002. Using PGRs on spring bulbs. Greenhouse Product News, Vol 12 Nº 5.

Miller W, 2004. Potted flower bulbs popular in North America. FlowerTech, Vol: 7, Nº 7: 26-28.

Nard ME, Biot M, Le-Nard M, Lilien KH, Kisprisand H, Haivey AH, 1997. Measurement of variation

of tulip in different conditions. Acta Hort., 43: 837-841.

Netherlands (International) Flower Bulb Centre, 2005. http://www.bulb.com/index.asp

Okubo H, Uemoto S, 1985. Changes in endogenous gibberellin and auxin activities during first internode elongation in tulip flower stalk. Plant Cell Physiology, 26: 709-719.

Rebers M, 1994. Gibberellins and the cold requirement of tulip. Wageningen Dissertation Abstracts, N° 1875 (en línea) http: library.wur.nl/wda/abstracts/ab1875.html Consulta: 22 marzo 2005.

Rietveld PL, Wilkinson C, Franssen HM, Balk PA, Van Der Plas LHW, Weisbeek PJ, De Boer AD, 2000. Low temperature sensing in tulip is mediated through an increased response to auxin. J. of Exp. Bot., Vol: 51, N° 344: 587-594.

Romagnoli S, Cirielli J, Gallina M, 2002. Estudio económico y financiero del cultivo de tulipán. Informe Técnico EEA INTA Alto Valle. (en línea) http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/diversificacion/tulipanes.htm. Consulta: 28 marzo 2005.

Saniewsky M, 1989. The use of paclobutrazol, an inhibitor of gibberellin biosynthesis, for study of hormonal control of tulip stem elongation. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Biology 37: 1-3.

Turró R, Diacinti IA, 2003. Producción de bulbos de tulipán. IDIA XXI Horticultura y Floricultura: 201-206.

SAS Inst. Inc., 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, V(2), Cary, N.C.: SAS Institute Inc. 8846 pp.

(Aceptado para publicación el 23 de junio de 2006)

Influencia del régimen de lluvias sobre el impacto agroambiental del regadío. Un caso en Bardenas (Zaragoza)

J. Causapé Valenzuela e I. Clavería Laborda

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (CITA-DGA).
Apdo. 727, 50.080 Zaragoza. jcausape@aragon.es

Resumen
La agricultura de regadío es causante de un cierto deterioro de la calidad de ríos y acuíferos. El objetivo de este estudio es analizar las repercusiones ambientales que provocan los cambios del régimen de lluvias en un regadío típico del valle del Ebro.
Se comparó la eficiencia del riego e impacto agroambiental de una cuenca de regadío (95 ha) en dos años hidrológicos con diferente pluviometría [oct-00/sept-01 (526 mm/año) *vs.* oct-04/sept-05 (211 mm/año)]. Para ello, se ejecutaron balances de agua y se midió la cantidad y calidad (salinidad y nitratos) del agua circulante por el desagüe de la cuenca.
Los resultados indican que en 04/05 los agricultores ajustaron mejor las dosis de cada riego disminuyendo la fracción de drenaje del mismo (50% *vs.* 31%) y aumentando la eficiencia en el uso consuntivo de agua (56% *vs.* 79%). No obstante, la sequía de 04/05 condicionó un inadecuado manejo del riego ya que los cultivos sufrieron un mayor déficit hídrico (3% *vs.* 23%). En 04/05, las aguas de drenaje presentaron mayor conductividad eléctrica (0,92 dS/m *vs.* 0,94 dS/m) y menor concentración de nitrato (96 mg/l *vs.* 74 mg/l). En este último año se exportó en el drenaje un 55%, un 54% y un 65% menos, de agua, sales y $N\text{-}NO_3^-$, respectivamente.
El menor impacto medioambiental del año 04/05 estuvo influenciado por el mayor aprovechamiento de los recursos hídricos y agroquímicos. No obstante, es necesario continuar optimizando las prácticas agrarias, principalmente del riego y fertilización, para minimizar la contaminación por nitratos y afrontar años de sequía.

Palabras clave: Agua, riego, fertilización, contaminación, sales, nitrato

Summary
The influence of pluviometry on the agri-environmental impact of irrigation land. A case in Bardenas (Zaragoza)
Irrigated agriculture is causing certain deterioration of the quality of rivers and aquifers. The objective of this study is to analyse the agri-environmental repercussions caused by climatic changes in typical irrigated land in the Ebro valley (Spain).
The irrigation efficiency and agri-environmental impact in a basin of irrigated land (95 ha) were compared in two hydrological years with different pluviometry [Oct-00/Sept-01 (526 mm/yr) *vs*. Oct-04/Sept-05 (211 mm/yr)]. For this end, water balances were carried out in every plot and the quantity and quality (salinity and nitrates) of the water circulating through the drainage of the basin were gauged.
The results indicate that in 04/05 farmers adjusted the irrigation dosis better on each irrigation occasion, thus diminishing the fraction of drainage of the same (50% *vs*. 31%) and increasing the consumptive water use efficiency (56% *vs*. 79%). Nevertheless, the drought of 04/05 determined inappropriate irrigation management since the crops suffered a greater water deficit (3% *vs*. 23%). In 04/05, drainage waters presented higher electric conductivity (0.92 dS/m *vs*. 0.94 dS/m) and smaller nitrate

concentration (96 mg/l *vs*. 74 mg/l). In this last year, 55%, 54% and 65% less, of water, salts and N-NO_3^- respectively were exported in the drainage.
The lesser environmental impact in the year 04/05 was influenced by more appropriate use of water and agrichemical resources. Nevertheless, it is necessary to continue optimizing agricultural practices, mainly irrigation and fertilization, in order to minimize nitrate pollution and to confront years of drought.

Key words: Water, irrigation, fertilization, pollution, salt, nitrate

Introducción

La eficiencia en el uso del agua de riego y la contaminación difusa que provocan los regadíos son temas de gran preocupación en países semiáridos, que como España, tienen recursos hídricos limitados sujetos a un progresivo deterioro de su calidad. La agricultura de regadío, como cualquier otra actividad que se abastece de agua y devuelve parte de ella, más o menos contaminada al medio natural, es causante de un cierto deterioro de la calidad del agua de ríos y acuíferos.

En la cuenca del Ebro se han llevado a cabo una serie de estudios encaminados a cuantificar la eficiencia del riego y el impacto medioambiental (salinización y contaminación por nitratos de las aguas de drenaje) de pequeñas cuencas de regadío (entre 100 y 5.000 ha).

A esta escala de estudio, valores representativos de la cuenca del Ebro constatan una baja-moderada eficiencia de riego de las zonas con riego por inundación sobre suelos inadecuados para ello (51%), moderada-alta eficiencia de las zonas con riego por inundación sobre suelos adecuados (79%), y alta eficiencia en las zonas con riego por aspersión altamente tecnificado (94%) (Causapé *et al.*, 2004).

Áreas salinas que presentan baja eficiencia en el riego y fertilización nitrogenada pueden llegar a exportar 20 t/ha·año de sales y 200 kg N-NO_3^-/ha·año. Sin embargo, las menores masas de sales (3 t/ha·año) y nitrógeno (25 kg N-NO_3^-/ha·año) exportadas en zonas con alta eficiencia de riego y fertilización nitrogenada muestran la posibilidad de disminuir sensiblemente las afecciones medioambientales de los regadíos más contaminantes (Causapé *et al.*, 2004).

Muchos de los estudios realizados para identificar y cuantificar los principales problemas medioambientales del regadío, han sido efectuados mediante el seguimiento de tan solo un año hidrológico, lo que ha impedido analizar el efecto de la variabilidad temporal climática y agronómica sobre dichos problemas. Este trabajo compara el impacto medioambiental externo de una pequeña cuenca hidrológica de regadío en dos años hidrológicos (oct-00/sept-01 y oct-04/sept-05) muy diferentes en cuanto a pluviometría, disponibilidad de agua de riego, cultivos y manejo de los insumos.

Descripción del área y años de estudio

La cuenca drenada por el desagüe D-XIX-6 (94,5 ha), se localiza en la Comunidad de Regantes nº V (CR-V) de Bardenas (Zaragoza). Se sitúa sobre un pequeño valle desarrollado desde el glacis de Miraflores hacia el aluvial del río Riguel. Los suelos desarrollados sobre el glacis ocupan un 67% de la superficie de la cuenca y se caracterizan por ser suelos pedregosos y poco profundos (presencia de petrocálcicos) que condicionan una baja capacidad de retención de agua disponible (CRAD= 85 mm, Causapé, 2003). En cambio, los suelos desarrollados sobre el aluvial (33% de la superficie) no tienen piedras ni horizontes petrocálcicos

superficiales que limiten su profundidad, lo que les confiere una mayor CRAD (176 mm; Causapé, 2003).

La precipitación media anual de la zona es de 419 mm (Instituto Nacional de Meteorología [INM] en la estación de Santa Anastasia entre 1965 y 1994), registrada principalmente en las estaciones de primavera y otoño. No obstante, la variabilidad pluviométrica anual es elevada como demuestran las diferencias presentadas entre los dos años hidrológicos estudiados (00/01 y 04/05). Así pues, la precipitación en 00/01 fue un 25% superior a la media histórica mientras que 04/05 fue un año extremadamente seco en el que la precipitación anual (211 mm) tan solo supuso la mitad de la media histórica y un 40% de la registrada en 00/01 (526 mm). En cuanto a la evapotranspiración de referencia (ET_0), la media histórica asciende a 1084 mm/año (método de Hargraves con datos del INM registrados en la estación de Santa Anastasia entre 1965 y 1994) alcanzando los máximos valores en verano. La ET_0 del año hidrológico 00/01 (1.093 mm, método de Penman-Monteith [Allen *et al.*, 1998]) fue similar a la media histórica mientras que el año 04/05 presentó una ET_0 anual un 25% superior (1.363 mm).

Prácticamente la totalidad de la cuenca (95% de la superficie) esta ocupada por parcelas bajo riego por inundación mientras que el resto de la superficie de la cuenca (5% de la superficie total) la ocupan eriles, caminos, acequias, desagües y casetas de campo. El agua de riego es de buena calidad (CE= 0,3 dS/m y $[NO_3^-]$< 2 mg/l) procedente del embalse de Yesa (Río Aragón, Pirineo Central).

La sequía de 04/05 redujo considerablemente las dotaciones de riego en la CR-V (6.300 m^3/ha de 04/05 frente a los 11.000 m^3/ha de 00/01) y ello condicionó cambios en la planificación de cultivos por parte de los agricultores. Así, mientras en 00/01 la cuenca estuvo prácticamente ocupada por maíz (47% de la superficie) y alfalfa (46% de la superficie) con un pequeño porcentaje de cereal de invierno (1%) y puerros (1%), en 04/05, la superficie de alfalfa (37%) y particularmente de maíz (11%) fue sensiblemente menor, incrementándose el porcentaje de cultivos con menores necesidades de riego (cereal de invierno-24%, girasol-8%, hierba-7% y guisantes-2%). La superficie de barbecho inexistente en 00/01 supuso en 04/05, un 7% de la superficie de la cuenca (fig. 1).

Asimismo, entre los dos periodos estudiados ha habido cambios significativos en la gestión del agua. Mientras que en 2001 la CR-V facturaba el agua de riego a sus agricultores mediante el cobro por superficie y los agricultores regaban por un sistema a turnos, en 2005, la CR-V utilizó una tarifa binómica (cobro por superficie de riego y consumo de agua) y los agricultores solicitaron la fecha y volumen de cada riego (riego a la demanda). Estos cambios en la gestión estuvieron destinados a alcanzar un uso más racional y eficiente del agua.

Objetivos

Este trabajo analiza y cuantifica las repercusiones medioambientales externas provocadas por un regadío en dos años hidrológicos con fuertes contrastes climáticos y agronómicos. Concretamente, se analizan los efectos agro-ambientales inducidos por el riego en la cuenca del desagüe D-XIX-6 en dos años hidrológicos (00/01 y 04/05) con distintas precipitaciones, distribución de cultivos y gestión del riego.

Metodología

Se ejecutó la aplicación informática BAS (Balance Agua Suelo) en la cuenca drenada por el desagüe D-XIX-6 en los años hidrológicos 00/01 y 04/05. La aplicación BAS, des-

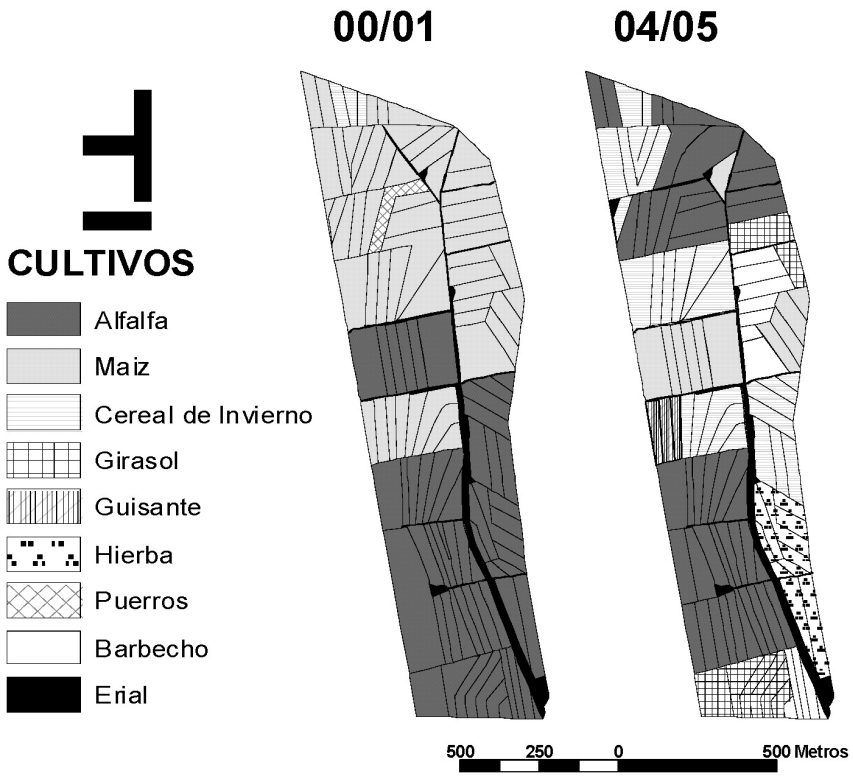


Figura 1. Distribución de cultivos en la cuenca D-XIX-6 en los años hidrológicos 00/01 y 04/05.
Figure 1. Crop pattern in D-XIX-6 basin in 00/01 and 04/05 hydrological years.

crita ampliamente en Causapé (2003), se basa en la ecuación:

$$(R + P) - (ET_R + D) = \Delta A$$

donde, las entradas de agua por el riego (R) y precipitación (P) menos las salidas por la evapotranspiración (ET_R) y el drenaje (D) son iguales al incremento de agua en el suelo (ΔA).

El programa asume que toda el agua de riego y lluvia se infiltra en el suelo. Esta aproximación es válida para la zona de estudio dado que las parcelas se encuentran abancaladas y limitadas por caballones que impiden la escorrentía superficial.

Los volúmenes diarios de riego para cada parcela y de precipitación, fueron obtenidos de la base de datos de la CR-V y de las estaciones agroclimáticas que la red SIAR tiene en la zona (http://oficinaregante.aragon.es). La ET_0 diaria (http://oficinaregante.aragon.es), junto a los coeficientes de cultivo e información agronómica de la zona (CHE, 2004) permitió calcular la evapotranspiración potencial de los cultivos (ET_C) diaria en cada parcela ($ET_C = K_c \cdot ET_0$). Para los días y parcelas sin cultivo se estimó una K_C según la metodología propuesta por Allen *et al.* (1998).

Así pues, BAS generó balances de agua para cada parcela de la cuenca estimando diariamente la humedad del suelo, la evapotranspiración real y el drenaje, a partir de la ET_C, de los parámetros hídricos del suelo ($CRAD_{parcelas\ sasos}$=85 mm y $CRAD_{parcelas\ aluvial}$= 176 mm) y de la humedad inicial de éste (humedad el 1 de octubre), que por desconocerse se estimó en la mitad de su CRAD.

Por otro lado se midió la cantidad y calidad (sales y nitrato) del agua circulante por el desagüe D-XIX-6. Para ello, se instaló en el punto final del desagüe una estación de aforos equipada con un limnígrafo electrónico (Thalímedes, OTT Messtechnik GMBH & KG, Alemania) y un tomamuestras automático de agua (ISCO 3700 C, Teledyne ISCO Inc. USA).

El limnígrafo electrónico se configuró para la lectura de alturas de agua (h) cada 15 minutos. Dichas lecturas fueron introducidas en la curva de gasto del aforador para obtener caudales (Q) según la ecuación:

$$Q\ (m^3/s) = 1{,}728 \cdot [h\ (m) + 0{,}003469]^{1{,}624}$$

El tomamuestras fue programado para la toma automática de una muestra de agua diaria. Dichas muestras se recogieron cada 21 días transportándose al laboratorio dónde fue determinada la conductividad eléctrica a 25ºC (CE) y su concentración en nitratos ($[NO_3^-]$, por colorimetría con el equipo Autoanalizer 3).

Además, en varias muestras de agua del desagüe D-XIX-6 se determinó el residuo seco (RS) y la concentración en bicarbonato ($[HCO_3^-]$) necesaria para la estimación del Total de Sólidos Disueltos (TDS) como:

$$TDS\ (mg/l) = RS\ (mg/l) + 1/2\ HCO_3^-\ (mg/l);$$

(Custodio y Llamas, 1983).

La ecuación de transformación de CE a TDS fue la siguiente:

$$TDS\ (mg/l) = 749 \cdot CE\ (dS/m) + 41\ ;\ R^2 = 0{,}96$$

Índices de manejo del riego

Para evaluar el uso del agua en la cuenca se ha calculado en cada parcela cultivada y durante el ciclo vegetativo de los cultivos los índices de Eficiencia del Uso Consuntivo del Agua (EUCA) y el Déficit Hídrico (DH).

La EUCA se define como el porcentaje de agua realmente evapotranspirada (ET_R) por los cultivos sobre el agua total disponible para dicha evapotranspiración (riego-R, precipitación-P y agua útil-$AU_{inicial}$ presente en el suelo al inicio del ciclo vegetativo). Este índice hace referencia al grado de aprovechamiento del agua disponible por los cultivos. El DH se define como el porcentaje de agua potencialmente evapotranspirable y que no lo hizo por la ausencia de agua útil en el suelo, sobre el agua potencialmente evapotranspirable. El DH evalúa en qué grado las necesidades hídricas de los cultivos han sido insatisfechas.

$$EUCA = \frac{ET_R}{\left(R + P + AU_{inicial}\right)} \cdot 100; \qquad DH = \frac{ET_C - ET_R}{ET_C} \cdot 100$$

Estos índices dependen de factores naturales (clima y suelo) y antrópicos. Si las lluvias no superan la capacidad de campo de los suelos (drenaje nulo) y no son importantes en los últimos días del ciclo del cultivo, un manejo "ideal" del riego permitiría obtener una EUCA del 100% y un DH del 0%.

Finalmente, se calculó la fracción de drenaje del riego (FD_R), definida como el volumen de agua drenado a causa del riego (D_R= • D de cada parcela solo los días de riego), respecto al volumen de riego aplicado (R). Este índice hace referencia a la "pérdida" de agua de riego por percolación profunda, de manera que en una zona con bajas necesidades de lavado, un manejo eficiente del riego vendrá determinado por valores de FD_R bajos.

$$FD_R = \frac{D_R}{R} \cdot 100$$

Índice de manejo del nitrógeno

La eficiencia en la fertilización nitrogenada de la cuenca (EN) se calculó mediante la relación entre las necesidades teóricas de fertilización nitrogenada de los cultivos (NF) y el nitrógeno aplicado por los agricultores (NA).

$$EN = \frac{NF}{NA} \cdot 100$$

El nitrógeno aplicado a cada parcela se obtuvo de encuestas realizadas a la totalidad de los agricultores de la cuenca mientras que las necesidades de fertilización nitrogenada se obtuvieron a partir de las extracciones de N de cada cultivo y las medias productivas en Aragón (Orús *et al.*, 2001). Para los cultivos de alfalfa y guisante, dado que son capaces de fijar simbióticamente nitrógeno, se consideró que sus necesidades de fertilización fueron de 30 y 20 kg N/ha que se corresponde con los valores máximos permitidos por la legislación vigente para la aplicación de fertilizante nitrogenado en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de Aragón (BOA, 2004). Aunque el índice no tiene en cuenta aspectos tales como el N acumulado en el suelo, el introducido con el agua de riego etc., se considera que es un índice adecuado para los objetivos de este estudio.

Resultados y discusión

Balance de agua en el suelo

El riego supuso la mayor entrada de agua a la cuenca en los dos años estudiados (tabla 1). La dosis de riego media para toda la cuenca en 2005, fue un 49% inferior a la de 2001 (570 mm frente a 1.112 mm). Esta importante diferencia se debió en gran medida a la obligada distribución de cultivos provocada por la sequía.

Tabla 1. Balance de agua en el suelo durante los años hidrológicos 00/01 y 04/05. Entradas de agua por riego (R) y precipitaciones (P). Salidas de agua por evapotranspiracion real (ET_R) y drenaje (D). Incremento de agua en el suelo entre el momento inicial (1 de octubre) y final (30 de septiembre) de cada balance (ΔA)

Table 1. Soil water balance during hydrological years 00/01 and 04/05. volume of irrigation (R), precipitation (P), actual evapotranspiration (ET_R), drainage (D), and the difference between inputs and outputs (ΔA)

Año	Entradas				Salidas				Ent-Sal	
	R		P		ET_R		D		ΔA	
	dam³	mm	dam³	mm	dam³	mm	dam³	mm	dam³	mm
00/01	1.055	1.112	499	526	816	860	717	755	22	23
04/05	539	570	200	211	629	665	155	164	-45	-48

En la alfalfa, cultivo mayoritario en ambos años, se aplicó una media de 13.949 m³/ha en 11 riegos en 2001, mientras que en 2005, la dosis de riego media fue de tan solo 9.224 m³/ha, distribuida en 8 riegos. Con ello, el volumen unitario por riego en 2005

(1.153 m^3/ha·riego) fue un 9% inferior al de 2001 (1.268 m^3/ha·riego). En cambio para el maíz, se aplicó el mismo número de riegos en ambos años (8 riegos), no obstante, la dosis de riego media en 2005 (8.199 m^3/ha) fue un 21% inferior a la aplicada en 2001 (10.363 m^3/ha). Estos datos indican, tanto para la alfalfa como para el maíz, que en 2005 se redujo el volumen de riego unitario aplicado. Además, en 2005, los agricultores decidieron espaciar más la frecuencia de riego y prescindir de aplicar los últimos riegos a la alfalfa sacrificando el último corte en pro de salvar la cosecha de maíz.

El agua aportada con la lluvia fue en ambos años del orden de la mitad del agua aportada con el riego, no obstante, la precipitación en 04/05 se redujo un 60% respecto a la del 00/01.

En cuanto a las salidas, la evapotranspiración fue el componente que más contribuyó en ambos años. En 04/05 la evapotranspiración de agua en la cuenca se redujo en un 23% (de 860 mm a 665 mm) respecto a la estimada en 00/01. La presencia en 04/05 de cultivos con menores demandas hídricas fue contrarrestada por la mayor ET_0 de este año (1.093 mm frente a 1363 mm) provocando una ET_C similar a la del 00/01 (880 frente a 882 mm). Así pues, la disminución en la ET_R de 04/05 frente a la de 00/01 estuvo condicionada principalmente por un mayor déficit hídrico en los suelos.

La diferencia en el volumen de agua drenada entre ambos años fue todavía mayor. Así pues, el drenaje en 04/05 (164 mm) fue un 78% inferior al presentado en 00/01 (755 mm) debido principalmente a la considerable reducción de los volúmenes introducidos con el riego y la lluvia.

La escasa diferencia estimada entre las entradas y salidas (23 y -48 mm) respecto al valor del resto de componentes del balance demuestran que en un balance anual de este tipo, el error de estimar la humedad del suelo inicial como la mitad de la CRAD del suelo no es significativo, y por tanto, justifica la no medición de la humedad inicial de los suelos de cada parcela.

Calidad del riego

La EUCA en el 04/05 fue del 79% frente al 56% de 00/01, es decir, en 04/05 un mayor porcentaje del agua disponible para los cultivos fue utilizada por los mismos en la evapotranspiración. Este porcentaje se ha visto incrementado en parte a causa de que los cultivos han sido llevados hasta condiciones de mayor estrés hídrico (riego deficitario), de manera, que en 04/05 el DH medio de la cuenca se situó en un 23% frente a tan solo el 3% de 00/01. Como caso extremo en 2005, cabe resaltar una parcela de guisante que no se llegó a regar (EUCA= 99,8%, DH= 68%). En el lado opuesto, ese mismo año la parcela mejor regada se correspondió con una parcela de alfalfa sobre suelo aluvial que apenas obtuvo un DH del 6% y su EUCA ascendió al 96%. El escaso DH de esta parcela de alfalfa sobre suelo aluvial (DH= 6%) contrasta con el superior DH del resto de parcelas de alfalfa situadas sobre suelos de saso (DH= 21%) dejando patente la importancia del factor suelo. Además, para este mismo año, el DH medio de las parcelas de maíz sobre suelos de saso fue inferior (14%) demostrando las preferencias de los agricultores por salvar la cosecha del maíz a costa de pérdidas relativas en la producción anual de alfalfa.

Afortunadamente, el cambio del sistema de riego por inundación a turnos por el sistema de riego por inundación a la demanda posibilitó un mayor margen de acción a los agricultores, de tal forma que a pesar de la escasez de agua, en 04/05 incrementaron la frecuencia de riego en las parcelas de maíz en suelos de saso de cada 14 días en 2001 a cada 13 días en 2005. En este mismo año, mantuvieron unos intervalos entre riegos más altos para las parcelas de alfalfa sobre

suelos de saso (cada 16 días) y todavía mayores si la alfalfa se encontraba en suelos de aluvial (cada 19 días).

La FD_R en los dos años de estudio presentó una evolución paralela (fig. 2). En plena campaña de riego (de junio a septiembre) la FD_R alcanzó sus valores mínimos (44% en 00/01 y 21% en 04/05) indicativo de que los riegos en este periodo son más eficientes que los dados al principio de la campaña. Éste hecho se debe a que durante el verano, previo a cada riego, el suelo contiene muy poca agua disponible para las plantas y por ello la dosis de riego aplicada por inundación, siempre por encima de la CRAD de los suelos, es acumulada en el suelo en mayor proporción que para los riegos del resto del año, cuando el suelo está más húmedo y al regarlo alcanza antes su capacidad de campo. Además, en primavera se aplicaron riegos de presiembra y/o nascencia al maíz que no tienen por objeto suministrar agua al cultivo y por tanto su uso consuntivo es ineficiente. No obstante, y aunque el agricultor no puede influir ilimitadamente sobre las dosis de riego aplicadas por inundación, en 04/05 se ha detectado una mejora en el ajuste de las dosis de agua aplicada en cada riego ya que la FD_R media de 04/05 frente a 00/01 disminuyó del 50 al 31%.

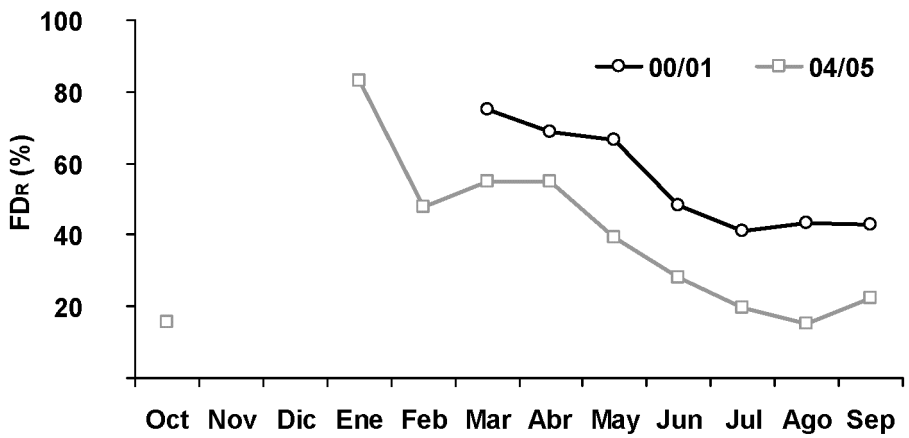


Figura 2. Fracción de drenaje del riego (FD_R, %) mensual para los años de estudio 00/01 y 04/05 en la cuenca drenante del desagüe D-XIX-6.

Figure 2. Monthly drainage irrigation fraction (FD_R, %) in D-XIX-6 basin in 00/01 and 04/05 hydrological years.

Cantidad y calidad del agua de drenaje

El volumen de agua contabilizado en la estación de aforos fue sensiblemente superior al estimado por BAS en los dos años de estudio. Así pues, el drenaje estimado con BAS en 00-01 fue un 67% del contabilizado en la estación de aforos, mientras que en 04/05 tan solo fue el 32% del medido. Este hecho, queda justificado por la hidrogeología de la cuenca ya que sus límites superiores se disponen sobre un glacis, donde el acuífero asociado a él, aporta flujos subterráneos externos posteriormente drenados por el desagüe. Es decir, el desagüe no solo esta drenando el agua introducida en la cuenca por el riego y la lluvia sino también

agua y contaminantes procedentes del exterior e introducidos a través del acuífero.

Conocedores de esta circunstancia, en verano de 2005 se procedió a la instalación de una red de piezómetros en la cuenca de tal forma que en posteriores estudios podamos estimar la entrada de sales y contaminantes en flujos subterráneos y con ello, cerrar balances de masas que permitan asignar cargas unitarias de contaminantes exportados en el drenaje de la cuenca. A pesar de no haberse podido obtener en este estudio valores unitarios de agua y contaminantes exportados, la comparación de la evolución temporal de la cantidad y calidad del agua circulante por el desagüe D-XIX-6 ofrece una información muy interesante (fig. 3).

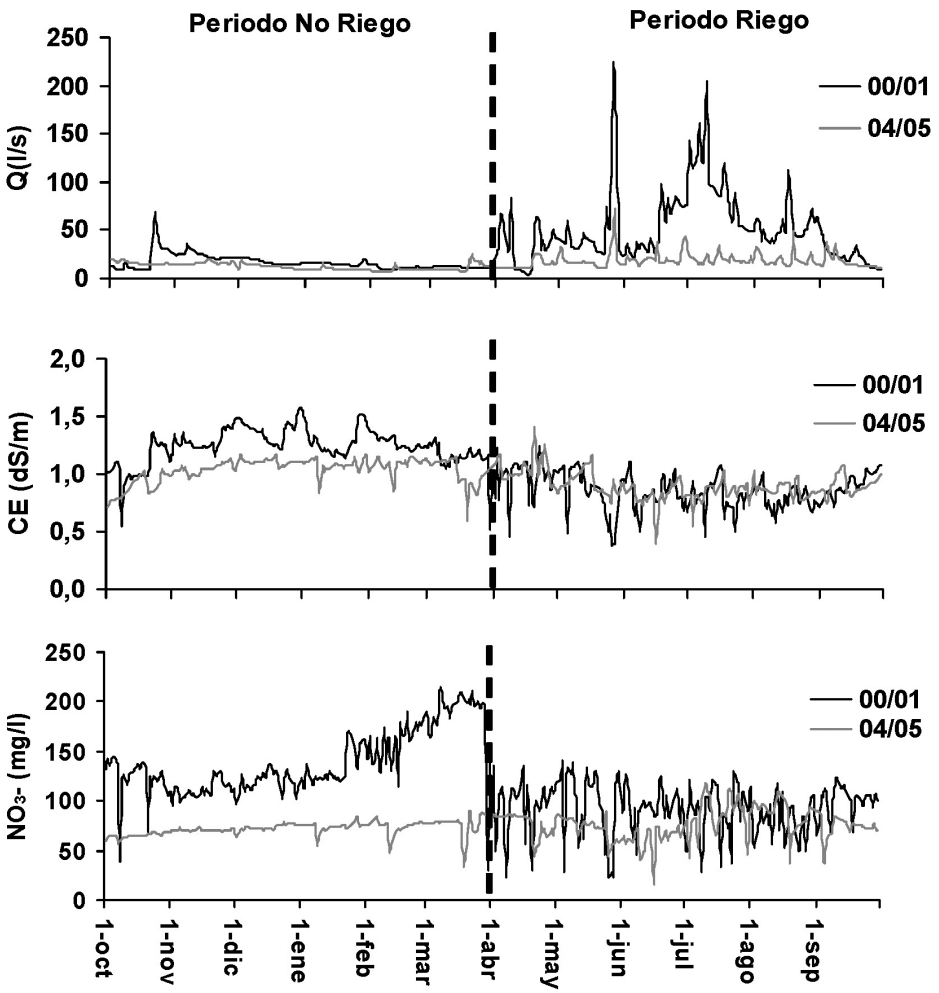


Figura 3. Evolución del Caudal (l/s), de la CE (dS/m) y la [NO_3^-] (mg/l) anual para los años de estudio 00/01 y 04/05 en la cuenca D-XIX-6.

Figure 3. Daily flow (Q, l/s), electrical conductivity (CE, dS/m) and nitrate concentration (NO_3^-, mg/l) in the D-XIX-6 ditch during the hydrological years 00/01 and 04/05.

Prácticamente durante todo el año hidrológico 04/05 se presentaron caudales más bajos que en el año 00/01, de tal forma, que el caudal medio en 04/05 (15 l/s) fue inferior a la mitad del presentado en 00/01 (34 l/s), condicionado principalmente, por los menores caudales del periodo de riego (51 l/s en 2001 por 18 l/s del año 2005). En ambos años los caudales del periodo de riego (51 y 18 l/s) fueron superiores a los de no riego (17 y 12 l/s), no obstante, las diferencias del caudal entre ambos periodos en 04/05 (6 l/s de diferencia) fueron muy inferiores a las de 00/01 (34 l/s de diferencia).

La CE evolucionó condicionada por las variaciones de caudal (fig. 3). Ambos años, las CE del periodo de no riego (1,26 dS/m en 00/01 y 1,02 dS/m en 04/05) fueron mayores que la CE del periodo de riego (0,81 dS/m en 00/01 y 0,89 dS/m en 04/05). No obstante, la CE del periodo de no riego de 04/05 (1,02 dS/m) fue menor que la del periodo de no riego de 00/01 (1,26 dS/m), mientras que en el periodo de riego ocurrió lo contrario (0,81 dS/m en riego de 2001 frente a 0,89 dS/m en riego de 2005). En el computo anual, la CE media ponderada por caudales del año 04/05 (0,94 dS/m) fue ligeramente superior a la del año 00/01 (0,92 dS/m). Este hecho es coherente con la mayor EUCA del año 04/05, que provoca retornos de riego de una mayor salinidad, menores volúmenes de drenaje y una menor masa de sales exportada en el drenaje (360 t en 04/05 frente a las 779 t de 00/01, tabla 2).

Tabla 2. Drenaje estimado por BAS (D_{BAS}), drenaje medido en la estación de aforos (D_{AFORO}), Eficiencia en el Uso Consuntivo de Agua (EUCA), Conductividad eléctrica del agua de drenaje (CE), masa de sales exportada en el drenaje (S), Necesidades de fertilización nitrogenada (NF),Nitrógeno aplicado en la fertilización nitrogenada (NA), Eficiencia en la aplicación de nitrógeno (EN), concentración de nitrato del agua del drenaje ($[NO_3^-]$) y masa de nitrógeno exportada en el drenaje (N) durante los dos años hidrológicos de estudio (00/01 y 04/05) en el desagüe D-XIX-6.

Table 2. Drainage estimated by BAS (D_{BAS}), drainage measured in D-XIX-6 ditch (D_{AFORO}), Consumptive Water Use Efficiency (EUCA), Electrical Conductivity (CE), Salt load (S), necessities of nitrogen fertilization (NF), nitrogen applied by the farmers (NA), Nitrogen fertilization Efficiency (EN), nitrate concentration ($[NO_3^-]$, and nitrogen load exported (N) by D-XIX-6 ditch during 00/01 and 04/05 hydrological years

Año	D_{BAS} dam^3	D_{AFORO} dam^3	EUCA %	CE dS/m	S t	NF kg N/ha	NA kg N/ha	EN %	$[NO_3^-]$ mg/l	N t
00/01	1.055	1.112	499	526	816	860	717	755	22	23
04/05	539	570	200	211	629	665	155	164	- 45	- 48

En cuanto a la $[NO_3^-]$, prácticamente la totalidad del año 04/05 presentó valores inferiores a los registrados en 00/01 (fig. 3). Las diferencias fueron más acusadas en periodo de no riego principalmente ocasionadas por los elevados valores presentados en 00/01. Así pues, mientras en el periodo de no riego de 00/01 la $[NO_3^-]$ media fue de 131 mg/l, en ese mismo periodo en 04/05, la $[NO_3^-]$ media tan solo fue de 71 mg/l. En cambio, en la estación de riego, aun siendo menor la $[NO_3^-]$ de 2005, las $[NO_3^-]$ medias fueron más parecidas (85 mg/l en 2001 frente a los 75 mg/l de 2005).

Al igual que ocurre con la CE, es destacable que mientras en 00/01 la [NO_3^-] de la estación de no riego (131 mg/l) fue mayor que la de riego (85 mg/l), en 04/05 ocurrió lo contrario (71 mg/l en la estación de no riego por 75 mg/l en la de riego). Así, en 2001 la aplicación de riegos ineficientes con agua de buena calidad produjo una dilución del agua de drenaje mientras que en 2005 no. Así, los máximos valores de concentración en 04/05 se identifican el 9 y 26 de julio (fig. 3), coincidiendo con la aplicación del abonado de cobertera por fertirriego en las dos únicas parcelas de maíz de la cuenca. A partir de entonces los picos de máximos no alcanzan valores tan altos ya que el nitrato acumulado en el suelo disponible para ser lixiviado se fue reduciendo.

En 04/05 las necesidades de fertilización de los cultivos en la cuenca fueron un 37% inferiores (145 kg N/ha en 00/01 frente a 91 kg N/ha en 04/05) y las dosis de abonos nitrogenados aplicados se ajustaron más a las necesidades (EN en 00/01 fue del 62% frente al 72% de 04/05). Con ello y la disminución del volumen de drenaje a consecuencia del menor volumen de riego-lluvia y la mayor EUCA provocó que el agua de drenaje tuviese una [NO_3^-] un 23% inferior (96 mg/l en 00/01 frente a 74 mg/l en 04/05) y se exportara un 65% menos de N-NO_3^- en el drenaje (23 t en 00/01 frente a 8 t en 04/05).

A pesar de que en 04/05 los agricultores ajustaron mejor las dosis de cada riego ($FD_{R\text{-}00/01}$= 50% > $FD_{R\text{-}04/05}$= 31%) aumentando considerablemente la EUCA ($EUCA_{00\text{-}01}$= 56% < $EUCA_{04\text{-}05}$= 79%), no se realizó un manejo adecuado del riego ya que los cultivos sufrieron un mayor DH ($DH_{00\text{-}01}$= 3% < $DH_{04\text{-}05}$= 23%).

El estudio indica que el cambio a riego a la demanda flexibilizó el calendario de riego permitiendo priorizarlo según las necesidades hídricas de los cultivos en función del suelo y la productividad de los cultivos. No obstante, los agricultores se vieron superados por la extrema sequía que además de condicionar la implantación de cultivos con menores necesidades hídricas hubiese requerido la aplicación de riegos más frecuentes.

En el año 04/05 se exportó un 54% menos de sales (779 t en 00/01 *vs.* 360 t en 04/05) y un 65% menos de N-NO_3^- (23 t en 00/01 *vs.* 8 t en 04/05) a través del drenaje del desagüe D-XIX-6, y sus aguas presentaron mayor CE (0,92 dS/m en 00/01 *vs.* 0,94 dS/m en 04/05) y menor [NO_3^-] (96 mg/l en 00/01 *vs.* 74 mg/l en 04/05).

El menor impacto medioambiental del año 04/05 estuvo influenciado por un manejo agronómico más adecuado (mayor eficiencia de riego y de aplicación de fertilizantes). No obstante, el condicionamiento climático enmascara la eficacia de los cambios en la gestión del riego propuestos por la comunidad de regantes y por ello se recomienda la continuidad de este estudio.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la subvención que otorgó el Gobierno de Aragón para la realización de actividades de formación y transferencia de tecnología agraria (Convocatoria 2005), y a la colaboración de la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas y sus agricultores.

Referencias

Allen R, Pereira L, Raes D, Smith M, 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper nº 56. FAO. Roma (Italia). 300 pp.

Boletín Oficial de Aragón, 2004. Orden por la que se designan nuevas zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos de

fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma de Aragón y se aprueba el Programa de Actuación sobre las mismas (BOA nº 91 del 4 de agosto de 2004).

Causapé J, 2003. Repercusiones medioambientales de la agricultura sobre los recursos hídricos de la comunidad de regantes nº V de Bardenas (Zaragoza). Eds. Fundación Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. Universidad de Alicante. http://www.cervantesvirtual.com. 153 pp.

Causapé J, García MA, Quílez D, Aragüés R, 2004. Eficiencia e impacto medioambiental de los regadíos de la cuenca del Ebro. Revisión bibliográfica. Actas del XXII Congreso Nacional de Riegos y Drenajes de Logroño. Asociación Española de Riegos y Drenajes (AERYD). 75-77.

CHE, 2004. Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la cuenca del Ebro. Documento Interno. 111 pp.

Custodio E, Llamas M, 1983. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega. 2.290 pp.

Orús F, Quílez D, Betrán J, 2001. El código de buenas prácticas agrarias (I). Fertilización nitrogenada y contaminación por nitratos. Gobierno de Aragón. Informaciones Técnicas nº 93. 39 pp.

(Aceptado para publicación el 17 de noviembre de 2006)

‘Belona’ y ‘Soleta’, dos nuevos cultivares de almendro

R. Socias i Company y A.J. Felipe

Unidad de Fruticultura, CITA de Aragón, Apartado 727, Zaragoza. E-mail: rsocias@aragon.es

Resumen
Se describen dos nuevos cultivares de almendro procedentes del programa de mejora genética del CITA de Aragón. Ambos se caracterizan por su autogamia, lo que permite su cultivo en plantaciones monovarietales, así como por su productividad, su época de floración tardía, su relativa tolerancia a heladas primaverales, la ausencia de pepitas dobles y la excelente calidad de sus pepitas, que pueden substituir comercialmente a los cultivares de referencia del mercado español, ‘Marcona’ y ‘Desmayo Largueta’. Su época de maduración es escalonada con la de ‘Guara’, lo que puede facilitar las operaciones de recolección.

Palabras clave: Almendro, *P. amygdalus* Batsch, Cultivar, Mejora, Autogamia, Calidad de fruto

Summary
‘Belona’ and ‘Soleta’, two new almond cultivars
Two new almond cultivars obtained at the almond breeding program of the CITA of Aragón are described. Both are characterized by their autogamy, thus allowing their planting in solid blocks, as well as by their productivity, their late blooming time, their relative tolerance to spring frosts and their fruits with no double kernels and of excellent quality, which may substitute the two reference cultivars of the Spanish almond market, ‘Marcona’ and ‘Desmayo Largueta’. Their ripening season is consecutive, thus facilitating all harvesting operations.

Key words: Almond, *P. amygdalus* Batsch, Cultivar, Breeding, Autogamy, Fruit quality

Introducción

‘Belona’ y ‘Soleta’ son dos nuevos cultivares de almendro (*Prunus amygdalus* Batsch) del programa de mejora de la Unidad de Fruticultura del CITA de Aragón (Felipe y Socias i Company, 1985), que se distinguen por su calidad y que se presentan como una alternativa comercial a los cultivares tradicionales del mercado de la almendra en España, ‘Marcona’ y ‘Desmayo Largueta’, a los que son comparables por su aspecto y calidad industrial, pero de los que se distinguen por su época de floración más tardía, por su tolerancia a heladas y, especialmente, por su autocompatibilidad.

La selección de un nuevo cultivar frutal es un largo proceso en el que se deben tener en cuenta una gran cantidad de características que debe reunir cualquier planta en selección para que merezca progresar en su evaluación hasta finalizar con su registro en la Oficina Española de Variedades Comerciales. Desde el inicio de los trabajos sobre el almendro en 1966 en el llamado entonces Departamento de Hortofruticultura del Centro de Investigación y Desarrollo Agrario del Ebro del INIA, se detectó que el

mayor problema de la producción del almendro en España residía en el bajo nivel de cosecha, con una productividad que no alcanzaba los 125 kg/ha, lo que evidentemente no es suficiente para cubrir los costes fijos de cultivo (Felipe, 1984).

Esta baja productividad se debe fundamentalmente a tres causas: las heladas, la deficiente polinización y la sequía, unida frecuentemente a una nutrición deficiente (Socias i Company, 2001). La incidencia de las heladas es importante en todas las zonas de cultivo del interior e intermitente también en algunas zonas de la costa, por lo que la floración tardía fue un carácter que se reveló de gran interés, dado el peligro de las heladas para una especie de floración tan temprana como el almendro. Así, una de los primeras tareas que se emprendieron fue el establecimiento de una colección varietal en la que se propuso introducir los cultivares de floración tardía de las distintas zonas de cultivo, en particular del extranjero (Francia, Italia y la entonces Unión Soviética). La floración tardía tiene dos ventajas principales. La primera es que un retraso de la floración permite a los árboles escapar a la totalidad o a la mayoría de las heladas tardías. La segunda es que con ello la floración trascurre cuando las temperaturas son más benignas y, por lo tanto, más favorables para el proceso de la polinización y de la fecundación de las flores.

Igualmente se detectó que un problema muy grave para la producción era una polinización deficiente, debido a la ausencia o poca presencia de cultivares polinizadores, a su mala distribución en la plantación o incluso a la falta de coincidencia de floración entre los cultivares, como se observó en la plantación conjunta de los dos cultivares españoles más importantes, 'Marcona' y 'Desmayo Largueta', cuyo solape en la época de floración no es suficiente para su adecuada polinización recíproca (fig. 1). Así mismo se detectó la presencia cada vez más deficiente de insectos polinizadores, fundamentalmente las abejas, y la frecuente ocurrencia de la floración con condiciones atmosféricas (temperatura, viento, lluvia, niebla...) inadecuadas para su vuelo. Por ello se consideró la autocompatibilidad como un objetivo prioritario en la mejora del almendro, ya que elimina la necesidad de la presencia de otros cultivares en la plantación y su floración simultánea.

El problema de la sequía requirió otro enfoque, en el que intervienen por una parte las técnicas de cultivo, fundamentalmente la plantación del almendro en regadío, y por otra parte la utilización de los patrones más adecuados para cada una de las condiciones edafo-climáticas de la parcela (Felipe, 2000). Por ello se desarrolló paralelamente un programa de mejora genética de patrones en el que se han obtenido algunos de comportamiento excelente para el cultivo del almendro (Gómez Aparisi *et al*., 2001).

Agrava la situación de las bajas productividades en España el hecho de que se hayan cultivado tradicionalmente un gran número de cultivares, muchos de ellos de trascendencia sólo local y procedentes de selección empírica, a veces a lo largo de siglos de cultivo. Sólo unos pocos, como 'Marcona' y 'Desmayo Largueta', son realmente de calidad, aunque la mayoría son de floración temprana. Por ello, se inició un programa de mejora genética (Felipe y Socias i Company, 1985) en el que, para conseguir una producción elevada y estable, se definieron como objetivos prioritarios la autogamia y la floración tardía, además de considerar la posibilidad de una resistencia intrínseca a las heladas y la producción de frutos de la mayor calidad.

Los trabajos iniciales de selección y mejora llevaron al registro de los tres primeros cultivares en 1987: 'Aylés', 'Guara' y 'Moncayo'

(Felipe y Socias i Company, 1987), de los que ha destacado fundamentalmente 'Guara', que en los últimos años ha representado más del 50 % de las nuevas plantaciones de almendro (MAPA, 2002), lo que probablemente no ha sucedido con ningún otro cultivar en la agricultura española. Posteriormente se registraron tres nuevos cultivares en 1998: 'Blanquerna', 'Cambra' y 'Felisia' (Socias i Company y Felipe, 1999), de los que destacan 'Blanquerna' por su productividad y buena calidad de la pepita, aunque es de floración media, y 'Felisia', que es el cultivar registrado de floración más tardía, aunque de tamaño de pepita pequeño.

El programa de mejora genética ha proseguido con el objetivo de incrementar el número de características favorables en las nuevas obtenciones, aunque ningún cultivar es ideal en el sentido de cubrir todas las características deseables, que a menudo pueden ser variables según la zona de cultivo (Socias i Company *et al*., 1998). La autogamia es un carácter aceptado por la práctica totalidad de los programas de mejora del almendro (Socias i Company, 2002), pero cada uno puede buscar algunas características propias para la utilización de las pepitas en usos determinados o mercados específicos (Socias i Company *et al*., 2006). La calidad de las pepitas, especialmente en el mercado español, adquiere una importancia especial, por lo que se ha tenido muy en cuenta en los últimos estadios de la selección de estas nuevas obtenciones del programa de mejora de Zaragoza, como se describe a continuación.

Origen

Estos dos nuevos cultivares proceden de polinizaciones artificiales siguiendo los procesos tradicionales en un programa de mejora genética (Socias i Company y Felipe, 1987) Ambos se obtuvieron de un cruzamiento realizado en 1988 de la selección E-5-7 (actualmente el cultivar 'Blanquerna') por el cultivar francés 'Belle d'Aurons', caracterizado por sus pepitas de excelente calidad. Este cruzamiento se llevó a cabo con la idea de utilizar como fuente de la autocompatibilidad un cultivar distinto de 'Tuono', al ser 'Blanquerna' el único cultivar autocompatible obtenido en un programa de mejora genética cuya autocompatibilidad no procede de 'Tuono', sino de 'Genco'. Hay que tener en cuenta que en un programa de mejora raramente se vuelven a utilizar los parentales originales, sino aquellos descendientes que destaquen en el proceso de evaluación, como en este caso, en el que se utilizó como parental la selección E-5-7, que ya destacaba por sus buenas características y que no se registró como 'Blanquerna' (Socias i Company y Felipe, 1999) hasta nueve años después de realizado el cruzamiento.

Los frutos procedentes de la polinización artificial anterior se estratificaron y se plantaron en una cajonera, para su posterior transplante a una parcela definitiva en la que se estudiaron las primeras características, con el fin de proceder a su cribado en el proceso de selección. Debido a problemas de mortalidad de las plantas de esta parcela, los ocho plantones más destacados por las características de su pepita se injertaron en el patrón híbrido melocotonero x almendro 'Garnem'. De cada uno de los ocho plantones originales constituidos ya como clones se plantaron tres árboles en el borde de la colección de germoplasma del almendro, donde se profundizó en su evaluación. Los primeros caracteres considerados en el proceso de selección fueron la autocompatibilidad y la autogamia, la época de floración, la resistencia a heladas, los caracteres morfológicos de la planta (ramificación y densidad de flor) y del fruto, para seguir con la calidad del fruto y de la pepita, la

época de maduración y finalmente las aptitudes industriales de la pepita.

Autogamia

Cuando las plantas originales produjeron las primeras flores se empezó a examinar su autocompatibilidad mediante la observación del crecimiento de los tubos polínicos después de su autopolinización en laboratorio según el método de Socias i Company (1979). Posteriormente, al disponer de tres plantas por clon, se pudieron realizar ensayos de polinización a mayor escala, para poder comprobar en condiciones de campo el verdadero nivel de autocompatibilidad y de autogamia de cada una de las selecciones. Estos estudios se llevaron a cabo durante cuatro años sucesivos, debido a la gran variabilidad que los cuajados en campo pueden presentar de un año a otro (Socias i Company *et al*., 2005). En la tabla 1 se exponen los resultados de un año, que se mantuvieron en la misma línea en los otros años, y que permiten distinguir los distintos niveles de cuajado observados para cada uno de los tratamientos, que fueron tres: autopolinización, polinización cruzada con polen de 'Marcona' y embolsado.

En primer lugar se observa que dos selecciones, F-4-25 y F-4-43, presentan un nivel de cuajado muy bajo tanto después de su autopolinización artificial como después de su embolsado, lo que se corresponde con un mal crecimiento de los tubos polínicos después de su autopolinización en el laboratorio, mientras que las otras seis selecciones presentaron un buen crecimiento de sus tubos polínicos. Así se confirmó que la autocompatibilidad genética observada por el crecimiento de los tubos polínicos se traduce en un nivel aceptable de cuajado en campo, ya que para las seis selecciones autocompatibles el cuajado después de la autopolinización oscila entre el 22 y el 55%, lo que, de acuerdo con su elevada densidad floral, se traduce en unas cosechas aceptables desde un punto de vista económico.

En segundo lugar, F-4-9 y F-4-35, que presentan un nivel de cuajado similar tanto después de su polinización cruzada como de su autopolinización, presentan unos cuajados muy bajos después de su embolsado, lo que indica una baja capacidad de autoga-

Tabla 1. Cuajados obtenidos en ocho selecciones de almendro según el tratamiento de polinización
Table 1. Fruit sets obtained in eight almond selections depending in the pollination treatment

Selección	Cuajado (%)		
	Autopolinización	Polinización cruzada	Embolsamiento
F-3-34	55,3	44,0	22,2
F-3-35	31,0	55,8	27,0
F-4-9	33,8	34,6	5,7
Soleta	22,4	34,8	11,4
Belona	38,4	48,1	10,9
F-4-25	1,8	11,5	0,0
F-4-35	54,3	53,7	5,0
F-4-43	0,3	29,7	0,5

mia de las flores de estas selecciones, lo que resulta insuficiente para una producción comercial. Por ello estas dos selecciones, así como las dos anteriores, se eliminaron del proceso de evaluación que se centró en las otras cuatro selecciones, que aunque presentaron niveles distintos de cuajado tanto en condiciones de autogamia como de autopolinización, la producción obtenida fue suficiente para ser considerada una cosecha comercial.

Comportamiento agronómico

En la colección se prosiguió la observación del comportamiento agronómico de las cuatro selecciones, con el estudio de la época de floración, el tipo de ramificación, la densidad floral y el nivel de cuajado, y en particular la resistencia a heladas. Especialmente importante fue el comportamiento observado en la primavera de 2003, en la madrugada del día 18 de marzo, en que tuvo lugar una helada de -2,5ºC. Mientras que cultivares considerados resistentes a heladas, como 'Guara' (Felipe, 1988), sufrieron una pérdida de cosecha evaluada en un 50%, las cuatro selecciones en estudio, con una fecha de floración ligeramente anterior a 'Guara', presentaron diversos niveles de pérdida de cosecha: mientras que en las selecciones F-3-34 y F-3-35 la reducción fue del mismo nivel que en 'Guara', en 'Belona' y 'Soleta' no hubo prácticamente reducción, con una producción final de unos 10 Kg de almendra en cáscara por árbol.

La fecha media de floración (50% de flores abiertas) de estas dos nuevas variedades en la colección de Zaragoza es del 2 de marzo, mientras que en 'Guara' es del 5 de marzo (fig. 1), por lo que su época de floración puede considerarse tardía.

La fecha de maduración es posterior a 'Guara', lo que puede permitir el escalonamiento de la recolección de los distintos cultivares. En la colección de Zaragoza se ha observado la maduración media de 'Guara' el 23 de agosto, la de 'Belona' el 8 de septiembre y la de 'Soleta' el 17 de septiembre, por lo que siguen el mismo orden de maduración que 'Marcona' y 'Desmayo Largueta'. Generalmente se ha observado muy poca caída de frutos antes de la recolección, pero

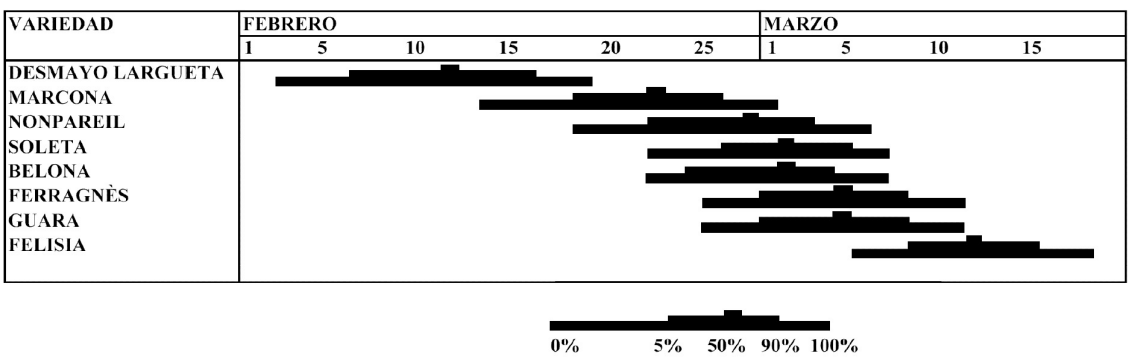


Figura 1. Fechas medias de floración de los nuevos cultivares en comparación con los más conocidos. Los porcentajes se refieren a la cantidad de flores abiertas.
Figure 1. Average blooming dates of the new cultivars in comparison with the mostly grown. Percentages indicate the amount of open flowers.

luego ésta ha sido fácil, quedando muy pocos frutos sin desprenderse de las ramas con la vibración.

La formación de los árboles no ha presentado problemas debidos a un porte más erecto que 'Guara', sin los problemas de curvatura de ramas. Los árboles adultos presentan un buen equilibrio entre la producción y el desarrollo vegetativo, por lo que las necesidades en poda de fructificación son bajas, en todo caso menores en 'Soleta' que en 'Belona'.

'Soleta' presenta una cierta sensibilidad a la mancha ocre, pero inferior a la de 'Guara', mientras que el comportamiento de 'Belona' se puede considerar como de tolerancia.

Al mismo tiempo se iniciaron una serie de ensayos exteriores de estas selecciones, que han mostrado un comportamiento satisfactorio en todas las ubicaciones, incluso en aquéllas en las que las posibilidades de heladas son elevadas, como en la localidad de Aniñón (Zaragoza), a una altura sobre el nivel del mar superior a los 800 m. Destaca también su buen comportamiento en la zona interior de la provincia de Alicante, en El Pinós, a una altura de 575 m sobre el nivel del mar, pero con un clima más cálido que en Zaragoza, en la que tanto su productividad (tabla 2) como su vegetación (Valdés, comunicación personal) han sido totalmente satisfactorias. En ambas localidades la sucesión de las fechas de floración y de maduración para los dos cultivares en relación con 'Guara' es la misma que en Zaragoza, aunque en fechas ligeramente anteriores en El Pinós y posteriores en Aniñón.

También se acordó una colaboración con la Asociación Profesional de Horticultura de Aragón, Navarra, Rioja y Soria, por la que se estableció un campo de pies madres de las cuatro selecciones en evaluación final, para que una vez finalizado el proceso sólo se mantuvieran los de los nuevos cultivares y poder proceder así rápidamente a la producción de plantones de vivero.

Calidad de la pepita

La calidad ha sido un criterio fundamental en este proceso de selección. En la tabla 3 se exponen las características del fruto y la pepita, que en términos generales destacan por su tamaño y su aspecto. Igualmente se caracterizan por la práctica ausencia de pepitas dobles. Ambas son de cáscara dura, adaptada al mercado español, y la forma y el aspecto de su pepita ha sido un aspecto considerado en su evaluación. Así, 'Soleta' tiene una pepita muy parecida a la de 'Desmayo Largueta', aunque no la cáscara (fig. 3), y además ha mostrado un desprendimiento excelente del tegumento

Tabla 2. Productividad de los nuevos cultivares en tres años en comparación con otros (datos de G. Valdés del campo de El Pinós)
Table 2. Productivity of the new cultivars during three years in comparison with others (data of G. Valdés from El Pinós)

Cultivar	Producción acumulada (kg pepita)
Soleta	17,96
Belona	14,12
Blanquerna	16,91
Guara	11,83

una vez tostada, como carácter definitorio de la calidad de 'Desmayo Largueta'. Su sabor, cruda y tostada, es excelente. 'Belona', por otra parte, tiene una cáscara muy parecida a la de 'Marcona', aunque la pepita es menos redondeada (fig. 2). El grosor de su pepita es también menor que en 'Marcona', lo cual probablemente facilita su repelado. Su sabor es igualmente excelente, con un especial sabor azucarado.

Se ha procedido al ensayo de su descascarado industrial con la colaboración de la SAT "Frutos Secos Alcañiz", observándose que el proceso es correcto, sin presencia de doble capa en la cáscara y un porcentaje reducido de pepitas rotas. La rotura de pepitas en 'Belona' ha sido casi nulo (tabla 4). A pesar de la dureza de la cáscara, el rendimiento en pepita es relativamente elevado, lo que se debe al tamaño de la pepita, que llena el hueco interior de la cáscara. En concreto se ha observado que la cosecha de 2005 destacó por un tamaño reducido del fruto, como sucedió en la mayoría de zonas de cultivo del almendro para todos los cultivares. Sin embargo, una vez descascarados los frutos, el tamaño de la pepita no había disminuido en la misma proporción, por lo que la pepita seguía teniendo un tamaño comercialmente aceptable y el rendimiento en pepita ha sido el más elevado de los medidos durante los años de evaluación.

Tabla 3. Características de los frutos de los nuevos cultivares
Table 3. Fruit characteristics of the new cultivars

Carácter	Soleta	Belona
Forma	Elíptica	Acorazonada
Peso medio del fruto	3,63 g	3,62
Rendimiento en cáscara	27-35 %	27-35 %
Peso medio de la pepita	1,27 g	1,3
Porcentaje de pepitas dobles	0	0
Aspecto de la pepita	Bueno	Bueno
Presencia de surcos	No	No
Sabor	Agradable	Agradable

Para 'Belona', pensando en su utilización industrial como almendra repelada, se ha procedido al ensayo de su repelado industrial en la SAT "Frutos Secos Alcañiz", dando resultados totalmente satisfactorios, ya que ha sido la almendra con el menor incremento en la rotura de pepitas, teniendo en cuenta el poco porcentaje de humedad con el que se procedió a su repelado (tabla 5). También se ha distinguido por la ausencia de pepitas no repeladas. El ensayo de tostado realizado por Almendras "Castillo de Loarre" con 'Soleta' ha mostrado igualmente su excelente comportamiento en relación al posterior desprendimiento del tegumento (tabla 6).

Para poder evaluar la calidad de las pepitas desde el punto de vista organoléptico y de sus aplicaciones industriales, se ha procedido al estudio de la composición química de las pepitas de estas selecciones para poder establecer las mejores posibilidades de uso para cada una de ellas. Destaca el elevado contenido en ácido grasos de las dos, superiores a los de 'Marcona' y 'Desmayo Largueta' (tabla 7), lo que resalta su interés

Tabla 4. Porcentaje de pepitas enteras tras el descascarado
Table 4. Percentage of whole kernels after cracking

Cultivar	% de pepitas enteras
Belona	97,1
Soleta	74,5
Marcona	92,5
Desmayo Largueta	82,1

Tabla 5. Resultado del repelado de 'Belona' en relación con los cultivares comerciales españoles
Table 5. Blanching of 'Belona' kernels in comparison with the commercial Spanish cultivars

Cultivar	Antes del repelado		Después del repelado		
	% humedad	% trozos	% humedad	% trozos	% no repelado
Belona	5,2	4,6	5,7	23,6	0
Marcona	7,5	1,5	8,6	22,6	0,6
Deamayo Largueta	6,5	1	7,5	30	12,4
Comuna	6,5	1	8,0	26	2,8

Tabla 6. Grado de desprendimiento del tegumento después del tostado
(9 desprendimiento total, 0 no desprendimiento)
Table 6. Degree of tegument separation after roasting (9 full separation, 0 no separation)

Cultivar	Desprendimiento del tegumento
Desmayo Largueta	9
Soleta	9
Belona	6

para la fabricación de turrón. Como consecuencia de ello, su contenido en proteína es menor, ya que los dos componentes están en porcentajes inversos.

No sólo interesa el porcentaje de aceite de los nuevos cultivares, sino la proporción de ácido oleico presente en su aceite, ya que éste es el ácido graso de mayor calidad y de mayor trascendencia en una dieta saludable. Destaca la proporción de ácido oleico en 'Belona', superior al 75% (tabla 7), siendo el cultivar con mayor contenido en ácido oleico del que se tiene constancia. Los tocoferoles son especialmente importantes para el mantenimiento de la calidad porque proporcionan estabilidad a los componentes lipídicos, ya que evitan el enranciamiento de la pepita de la almendra. Tienen además una especial función en la salud humana ya que constituyen la vitamina E. Destaca la elevada composición en tocoferoles (tanto del α-tocoferol como del total) en 'Belona', aunque no hasta el contenido tan elevado como presenta 'Marcona' (Kodad *et al.*, 2006).

Tabla 7. Composición química de los nuevos cultivares en comparación con 'Marcona' y 'Desmayo Largueta' (datos de O. Kodad)
Table 7. Chemical composition of tne new cultivars in comparison with 'Marcona' and 'Desmayo Largueta' (data from O. Kodad)

Cultivar	Proteína (% peso total)	Aceite (% peso total)	Ácido oleico (% aceite)	α-tocoferol (mg/kg aceite)	Tocoferol total (mg/kg aceite)
Marcona	23,8	59,7	71,3	463,3	500,5
Desmayo Largueta	24,5	58,9	72,2	304,3	336,2
Belona	16,4	65,4	75,6	418,4	455,6
Soleta	20,0	61,8	69,2	214,0	242,3

Descripción

Belona (Fig. 2)

Origen: 'Blanquerna' x 'Belle d'Aurons'. Siglas de selección: F-4-12. Clon 502. Nº de registro en la OEVV: 20054615 (27 octubre 2005).

Árbol: Porte semi-abierto. Vigor medio.

Flor: Época de floración tardía, unos 2-3 días antes de 'Guara'. Flores de color blanco y tamaño de medio a grande, localizadas principalmente en ramilletes de mayo y menos en ramos mixtos. Elevada densidad de floración.

Polinización: Autógama, no requiere polinización cruzada, aunque puede polinizarse con cultivares de su época de floración.

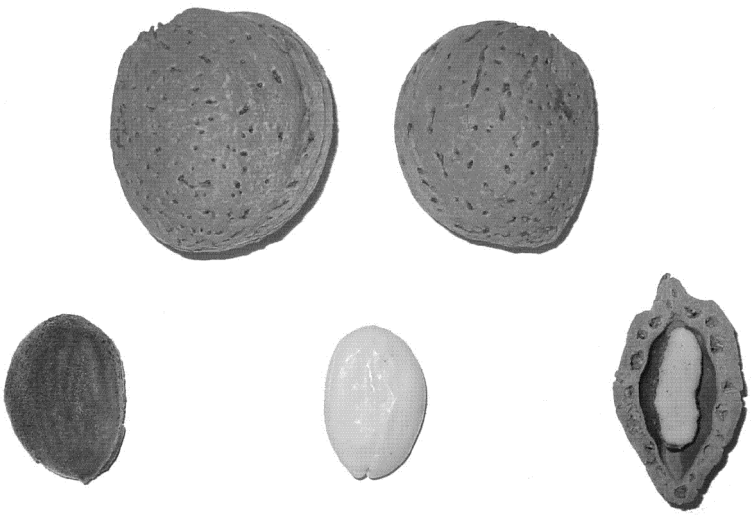


Figura 2. Frutos de 'Belona'.
Figure 2. Fruits of 'Belona'.

Fruto: Consistencia de la cáscara dura, sin separarse en capas, de forma acorazonada. Rendimiento en pepita 27-35 %.

Pepita: De forma acorazonada, con 1,3 g de peso medio, de sabor muy agradable. De fácil repelado.

Observaciones: La morfología de la flor permite su autopolinización por el contacto de las anteras y el estigma. La poda de formación es sencilla; la de fructificación requiere rejuvenecimiento. Interesante por la calidad y la composición de su pepita y por su época de maduración media, lo que puede permitir el escalonamiento de la recolección.

Soleta (fig. 3)

Origen: 'Blanquerna' x 'Belle d'Aurons'. Siglas de selección: F-4-10. Clon 503. Nº de registro en la OEVV: 20054616 (27 octubre 2005).

Árbol: Porte semi-abierto. Vigor medio.

Flor: Época de floración tardía, unos 2-3 días antes de 'Guara'. Flores de color blanco y tamaño de medio a grande, localizadas principalmente en ramilletes de mayo y menos en ramos mixtos. Elevada densidad de floración.

Polinización: Autógama, no requiere polinización cruzada, aunque puede polinizarse con cultivares de su época de floración.

Fruto: Consistencia de la cáscara dura, sin separarse en capas, de forma elíptica. Rendimiento en pepita 27-35 %.

Pepita: De forma elíptica, con 1,27 g de peso medio, de sabor agradable. De fácil pelado una vez tostada.

Observaciones: La morfología de la flor permite su autopolinización por el contacto de las anteras y el estigma. La poda de formación y de fructificación es sencilla. Interesante por la calidad, por la respuesta de su pepita al tostado y por su época de maduración medio-tardía, lo que puede permitir el escalonamiento de la recolección.

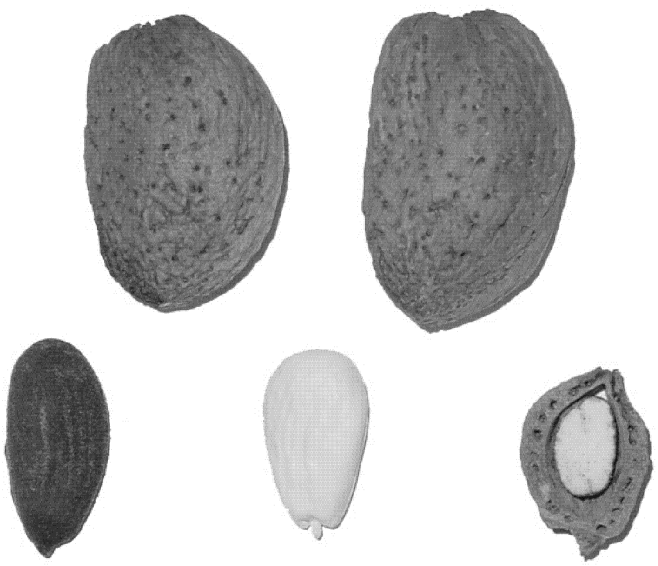


Figura 3. Frutos de 'Soleta'.
Figure 3. Fruits of 'Soleta'.

Registro y disponibilidad

Estos dos cultivares se han presentado en octubre de 2005 al Registro Español de Variedades Protegidas y ya están disponibles para los viveros bajo licencia de explotación provisional a través de GESLIVE.

Agradecimientos

Los largos años de trabajo de este proyecto de mejora han sido financiados por sucesivos proyectos del INIA y la CICYT, más recientemente el AGL2004-06674-C02-01. Se debe agradecer la labor del personal auxiliar de la Unidad, especialmente J.M. Ansón, J. Búbal y A. Escota, así como el apoyo de las industrias transformadoras, como la SAT 3117 "Frutos Secos Alcañiz" y Almendras "Castillo de Loarre", los agricultores responsables de las plantaciones exteriores, y la colaboración de J.L. Espada y P. Castañer (Centro de Técnicas Agrarias de la DGA) y G. Valdés (Estació Experimental Agrària, Elx) en las labores de experimentación.

Bibliografía

Felipe AJ, 1984. Profitability of almonds orchards in Spain. Acta Hort. 155: 287-290.

Felipe AJ, 1988. Observaciones sobre comportamiento frente a heladas tardías en almendro. Rap. EUR 11557: 123-130.

Felipe AJ, 2000. El almendro. I. El material vegetal. Integrum, Lleida, 461 pp.

Felipe AJ, Socias i Company R, 1985. L'amélioration génétique de l'amandier à Saragosse. Options Méditerr. CIHEAM/IAMZ 85/I: 9-14.

Felipe AJ, Socias i Company R, 1987. 'Aylés', 'Guara', and 'Moncayo' almonds. HortScience 22(5): 961-962.

Gómez Aparisi J, Carrera M, Felipe AJ, Socias i Company R, 2001. 'Garnem', 'Monegro' y 'Felinem': nuevos patrones híbridos almendro _ melocotonero resistentes a nematodos y de hoja roja para frutales de hueso. Inf. Técn.. Econ. Agrar. 97V (3): 282-288.

Kodad O, Socias i Company R, Prats MS, López Ortiz MC, 2006. Variability in tocopherol concentration in almond oil and its use as a selection criterion in almond breeding. J. Hort. Sci. Biotechnol. 81(3): 501-507.

MAPA. 2002. Página web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. http//www.apya.es/agric/pags/semillas/vivero/almendro.pdf.

Socias i Company R, 1979. Aportación a las técnicas de observación de tubos polínicos. Caso del almendro. An. Inst. Nac. Invest. Agrar., Ser. Prod. Veg. 10: 233-236.

Socias i Company R, 2001. Almendro. En: F. Nuez y G. Llácer (eds.): La horticultura española. SECH – Ed. Horticultura, Reus, pp. 271-274.

Socias i Company R, 2002. Latest advances in almond self-compatibility. Acta Hort. 591: 205-212.

Socias i Company R, Felipe AJ, 1987. La mejora genética del almendro. Frutic. Prof. 11: 64-66.

Socias i Company R, Felipe AJ, 1999. 'Blanquerna', 'Cambra' y 'Felisia': tres nuevos cultivares autógamos de almendro. Inf. Técn. Econ. Agrar. 95V (2): 111-117.

Socias i Company R, Felipe AJ, Gómez Aparisi J, García JE, Dicenta F, 1998. The ideotype concept in almond. Acta Hort. 470: 51-56.

Socias i Company R, Gómez Aparisi J, Alonso JM, 2005. Year and enclosure effects on fruit set in an autogamous almond. Scientia Hort. 104: 369-377.

Socias i Company R, Kodad O, Alonso JM, 2006. Mejora de la calidad en el almendro. En: G. Llácer, MJ Díez, JM Carrillo y ML Badenes (ed.): Mejora genética de la calidad en plantas. Univ. Politécnica Valencia, Valencia, pp. 597-611.

(Aceptado para publicación el 6 de noviembre de 2006)

Producción de leche y crecimiento de los corderos de ovejas de raza "Churra-Tensina" explotadas en primavera bajo dos condiciones de manejo

M. Joy*,***, R. Revilla*, S. Gracia**, R. Delfa*

* Unidad de Tecnología en Producción Animal, CITA-Argón. Apdo 727, 50080 Zaragoza.
** Departamento de Grasas y Productos Lácteos del Laboratorio Agroambiental. Avenida de Montañana, 1005. 50016 Zaragoza
*** mjoy@aragon.es

Resumen

Se han comparado el crecimiento de los corderos y la producción y calidad de la leche de dos lotes de ovejas de raza Churra Tensina con partos de primavera explotadas siguiendo dos manejos diferentes: Extensivo (EXT), ovejas y corderos permanecieron desde el parto hasta el sacrificio de los corderos juntos, pastando una pradera polifita de montaña, sin recibir suplementación alguna; e Intensivo (INT), en el que las ovejas permanecieron en el pasto, sin los corderos, durante 9 h al día, recibiendo una suplementación diaria en aprisco de 500 g de harina de cebada por oveja y paja a libre disposición. Hasta el momento del destete (52±0,86 días de vida), los corderos se alimentaron con la leche materna y tuvieron libre acceso desde el inicio de la experiencia a concentrados comerciales. Posteriormente y hasta alcanzar el peso vivo establecido para el sacrificio (22-24 kg para ambos lotes), los corderos permanecieron en aprisco, consumiendo concentrado y paja.

Los resultados mostraron que la producción de leche fue significativamente superior durante el primer mes de lactación en el tratamiento EXT, mientras que la calidad de la leche sólo mostró diferencias en la composición de los ácidos grasos (AG), destacando la reducción de la relación C18:2/C18:3 observada en el tratamiento EXT. A partir del mes de lactación la producción de leche fue mayor para el tratamiento INT y las diferencias en composición química fueron mínimas entre tratamientos. Los corderos presentaron un crecimiento elevado y similar entre tratamientos desde el nacimiento a los 52 días de vida (destete de los corderos INT). A partir de dicho momento el crecimiento fue mayor en el tratamiento INT como resultado de su mayor consumo de pienso (39,3 kg de pienso por animal y periodo). El sistema extensivo permitió la producción de corderos de 22-24 kg de peso vivo en un periodo de 81,9± 2.57días.

Palabras clave: ovino, manejo, leche, cordero, crecimiento.

Summary

Lamb growth and milk production and quality has been compared Churra-Tensina ewes with their male lambs were reared under two different managements

Extensive (EXT), ewes and lambs were continuously stocked on the meadow and remained together from birth to slaughtering without any kind of supplement. **Intensive (INT),** lambs remained always indoor and ewes grazed from 0800h to 1700h and the rest of day were kept indoor with their lambs to milk them. Ewes were supplemented with 500 g/day of barley meal and lambs had free access to concentrate. The lambs were weaned at an average age 52±0.86 days.

Results showed that milk production during the first month of lactation was significantly higher in EXT treatment, while the quality of milk only showed differences in composition of the fatty acids

(FA), mainly the reduction C18:2/C18:3 observed in EXT. After the first month of lactation, INT treatment presented greater milk production and the differences in chemical composition were minimum among treatments. All lambs presented an average daily gain (ADG) high and similar among treatments from birth to 52 days (the weaning of INT lambs), being it a reflection of the mother's milk production. From the 52 days of life (the weaning of INT lambs) the ADG was greater in INT lambs as a result of its biggest consumption of concentrate (39.3 kg of concentrate for animal and period). The extensive system allows the production of lambs of 22-24 kg of body weight in a period of 81.9±2.57 days.

Key words: sheep, management, milk, lamb, growth.

Introducción

La producción ovina adquiere una gran importancia económica, social y ambiental en los países del Mediterráneo y su futuro aparece cada vez más directamente relacionado con su vinculación al territorio, su imagen de producción respetuosa con el medio ambiente (Rancourt *et al.,* 2006) y con la explotación de razas autóctonas y la obtención de productos de alta calidad (Canali y Consortium, 2006).

En estas circunstancias y teniendo en cuenta el incremento de la demanda de alimentos considerados "sanos y seguros" (Teixeira *et al.,* 1996; Corcoran *et al.,* 2001), se pueden establecer nuevos escenarios para la producción ovina, creando nuevas posibilidades económicas a los sistemas extensivos de producción que, entre otras alternativas, puedan compatibilizar sus prácticas con las establecidas en el reglamento de ganadería ecológica (Reglamento CEE 2092/91). Ello implicaría importantes cambios en las técnicas de producción actuales (Nardone *et al.*, 2004), generalizando el pastoreo de los corderos, junto a sus madres, hasta el sacrificio.

Los trabajos relativos a la producción de corderos en pradera son numerosos (Valderrábano y Folch, 1984; Alzón *et al.*, 2001; Gorraiz *et al.*, 2001; Velasco *et al*., 2001) y muestran que cuando se incluye un forraje en las dietas de cebo de corderos se registra una reducción de la ganancia media diaria si se compara con el cebo en base a una dieta no forrajera (Ely *et al.*, 1979; McClure *et al.*, 1994; 1995; Zervas *et al.*, 1999). A pesar de dicha disminución, que puede ser más o menos importante en función de la calidad de los forrajes utilizados y del tipo de cordero producido, el pastoreo puede ser un sistema técnicamente asumible y rentable cuando la oferta de forraje es elevada y no limitante (Zervas *et al.*, 1999), cuando se trata de producir corderos jóvenes y sacrificados a pesos ligeros como es el caso de la mayoría de las zonas de producción en España (Rancourt *et al*., 2006,) y cuando, además, el cordero producido en estas condiciones pueda ser amparado por marcas o denominaciones que le aseguren una demanda y un valor añadido (Teixeira *et al.,* 2005).

En los sistemas de producción basados principalmente en el pastoreo es preciso cuantificar tanto los efectos de la alimentación sobre los parámetros productivos (Coleman *et al.*, 1995a y b; Zea y Díaz, 2001), como las repercusiones de ésta sobre la calidad del

producto, integrando en este concepto aspectos cualitativos emergentes, como los relativos al carácter más "saludable" de los productos vinculados a la composición de la grasa (Blackburn *et al.*, 1991). Una relación de ácidos grasos poliinsaturados/saturados alta, una relación entre ácidos grasos poliinsaturados de enlace omega 6 y enlace omega 3 baja y un contenido en ácidos linoleico conjugados alto serían, según criterios médicos, características deseables en los alimentos (Enser *et al*., 1998).

El tipo de alimentación influye en la cantidad y composición de grasa tanto de la carne (Enser *et al*., 1998) como de la leche (Chilliard *et al*., 2000). Numerosos trabajos muestran el efecto de la inclusión de determinadas grasas vegetales o semillas oleaginosas sobre la composición de la grasa (Palmquist *et al.,* 1993; Chilliard *et al*., 2001). En cuanto al efecto de las dietas forrajeras sobre la composición química de la leche hay diversos trabajos disponibles en vacuno (Chilliard *et al.*, 2001; Schroeder *et al.,* 2003; Khanal *et al.,* 2005), siendo más escasos en el ovino (Addis *et al.,* 2005). Muchos son los factores que influyen en las respuestas productivas a las dietas ricas en forraje por lo que los resultados observados varían en función de la especie forrajera, la cantidad y calidad de forraje y el tipo de animal (Young *et al.*, 1994; McClure *et al.*, 1995; Zygoyiannis *et al.*, 1999; Velasco *et al.*, 2001).

El objetivo principal del presente trabajo fue estudiar el efecto del pastoreo en la producción de leche y el crecimiento de corderos de raza "Churra Tensina", criados en un sistema de producción extensivo con una alimentación basada exclusivamente en la leche materna y pasto, comparado con un manejo intensivo en el que los corderos, estabulados, recibieron una dieta a base de leche materna hasta el destete y concentrado desde el nacimiento.

Material y métodos

El ensayo se desarrolló en la finca experimental de Bescós de la Garcipollera (Huesca) que el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) dispone en el Pirineo Oscense, durante la primavera de 2003.

Se utilizaron 38 ovejas de raza "Churra Tensina" madres de corderos machos procedentes de parto simple y con un PV medio al parto de 48,9±0,88kg. Los corderos junto a sus madres estuvieron estabulados durante la semana posterior al parto, con la finalidad de asegurar una pronta recuperación de la oveja y un correcto ahijamiento. Posteriormente, las ovejas y sus corderos se distribuyeron al azar en dos lotes similares en función del peso y de la fecha de parto:

Extensivo (EXT): Las ovejas junto con los corderos se mantuvieron permanentemente en pastoreo sin ningún tipo de suplementación. Los corderos no se destetaron y permanecieron en la pradera hasta alcanzar el peso al sacrificio de 22-24 kg.

Intensivo (INT): Las ovejas pastaron sin las crías durante 9 horas al día (8:00 hasta 17:00 h), permaneciendo el resto de la jornada en el aprisco junto con sus corderos y recibiendo una suplementación de 500 g de harina de cebada por oveja y paja a libre disposición. Hasta el momento del destete (52±0,86 días de vida), los corderos se alimentaron con la leche materna y tuvieron libre acceso desde el inicio de la experiencia a concentrados comerciales. Durante el primer mes de vida recibieron un concentrado lacteado de iniciación y desde este momento hasta el sacrificio un concentrado de cebo. En la tabla 1 se resumen las condiciones experimentales del presente estudio.

El pastoreo se realizó en una pradera de 1,12 ha de superficie, compuesta por un 22% de leguminosas (principalmente *Trifo-*

lium repens), 68% de gramíneas (*Festuca arrundinacea y F. pratensis, Dactylis glomerata*) y un 10% de otras especies (*Rumex acetosa, Ranunculus bulbosus...*). La pradera se dividió en dos parcelas iguales y la carga ganadera media fue de 34 ovejas/ha durante los dos meses y medio que duró la experiencia.

Tabla 1. Condiciones experimentales del presente estudio (media ± error estandar)
Table 1. Experimental conditions of the present study (mean± standard error)

	EXT	INT
Núm, animales	19	19
PVi ovejas (kg)	48,2 ± 1.20	49,9 ± 1,28
nCCi ovejas[1]	2,80 ± 0,067	2,78 ± 0,061
Fecha parto	27/3/5 ± 1.14 días	27/3/5 ± 1.14 días
PVi corderos (kg)	3,6 ± 0,10	3,6 ± 0,12
Suplementación	NO	SI
Destete	NO	52 ± 0.86 ías
Duración ensayo	82 días	71 días

[1]: nCCi= nota condición corporal inicial, según el método de Russel *et al.* (1969).

Se realizaron 4 controles de producción forrajera (30 de abril, 20 de mayo, 12 de junio y 2 de julio) muestreándose 20 cuadros de 0,25 m^2/ha, que se segaban a 3 cm del suelo. La hierba, posteriormente al pesado, se secó a 60ºC, se molió y se almacenó hasta la realización de los análisis químicos (AOAC, 1999). En la tabla 2 se presentan las características y producciones de la pradera utilizada. La composición química tanto del pasto como de los concentrados utilizados se expone en la tabla 3.

Tabla 2. Características de la pradera utilizada por las ovejas Churra-Tensina para el pastoreo
Table 2. Characteristics of pasture grazed by Churra-Tensina ewes

	Núm anim/ha	L:G:O*	Kg MS/ha	Kg PB/ha	Kg MSof/ani/día
30/4/3	34	14:79:7	3.248	665,8	2,8
20/5/3	29	20:74:6	1.156	264,7	2,0
12/6/3	12,5	27:62:12	1.255	321,3	4,4
2/7/3	6,3	25:61:14	1.365	292,1	10,8

*L:G:O= proporción de Leguminosa:Gramínea:otros.
MS= materia seca; PB =proteína bruta; Msof/ani/dia= materia seca ofrecida por animal y día.

Los muestreos de leche se realizaron quincenalmente, de media a los 13, 27 y 41 (±0,86) días de lactación, en un grupo de 10 ovejas por tratamiento, utilizándose siempre los mismos animales en todos los muestreos. Los controles se realizaron a primera hora de la mañana y las crías fueron separadas de las madres durante 4 h, período que se utilizó para la estimación de la producción diaria (Doney *et al*., 1979).

Tabla 3. Composición química (% sobre materia seca) del pasto y de los alimentos utilizados en el presente estudio
Table 3. Chemical composition (% dry matter basis) of forage and feed used in the present study

	MS[1]	PB	FND	FAD	UFL
Pradera					
30/4/05	16,84	20,48	48,75	23,91	0,94
20/5/05	25,76	22,86	42,62	22,62	0,97
12/6/05	18,77	25,58	46,32	23,90	0,94
2/7/05	20,56	21,40	48,91	23,83	0,94
H, cebada	97,02	11,85	24,77	4,17	1,34
Paja	95,64	3,65	80,65	44,32	0,53
Pienso iniciación	97,94	18,23	15,03	4,53	1,34
Pienso engorde	97,00	16,72	17,43	3,29	1,36

[1] MS=materia seca; PB= proteína bruta; FND= fibra neutro detergente; FAD= fibra ácido detergente; UFL= unidades forrajeras lactación.

Se tomaron dos muestras de leche por animal y control que se conservaron con dicromato postásico a 4ºC hasta su posterior análisis. La composición química de la leche se estimó mediante infrarrojos (Milkoscan, 255 AB, Foss Electric ltd, U.K.) en el Laboratorio Interprofesional Lechero de Aragón. Tras la extracción de la grasa y su posterior metilación se determinó la composición en ácidos grasos (AG) siguiendo el método oficial (BOE núm. 208, 1979) en el Departamento de Grasas y Productos Lácteos del Laboratorio Agroambiental del Gobierno de Aragón. Se utilizó un cromatógrafo de gases HP-5890 con una columna capilar (SP2330) de 30 m x 0,25 mm x 0,2 µm, usando helio como gas portador.

Las ovejas y los corderos se pesaron semanalmente a primera hora de la mañana en una balanza electrónica de 0,5 kg de precisión. Las ganancias medias diarias se calcularon mediante el coeficiente de regresión lineal de los pesos con respecto al tiempo.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza, covarianza, regresión y correlación para determinar las diferencias existentes entre los distintos tratamientos, utilizando el paquete estadístico SAS (1999). El diseño fue completamente aleatorizado con un único factor (sistema de producción), dos niveles del factor (Extensivo, Intensivo), con la unidad experimental animal (madre o cría). Para la producción y calidad de la leche además se consideraron dos factores (sistema de producción y día de lactación), dos niveles del factor sistema de producción (Extensivo, Intensivo) y tres niveles del factor día de producción (13, 27 y 41) con la unidad experimental animal (madre) y diez repeticiones.

Resultados y discusión

Producción de leche

La disponibilidad de hierba a lo largo de la experiencia osciló entre los 2 y los 10,8 kg MS por animal y día (tabla 2), lo que permitió una oferta media acorde con las ingestiones observadas en pastoreo por ovejas de pesos similares a los de la presente experiencia (Valderrábano y Folch, 1984). En función del período en el que se realizó la experiencia, primavera – inicio del verano, el pasto ofertado fue siempre de calidad

elevada, con un contenido en proteína bruta (PB) entre el 20 y el 26%.

La producción de leche en los dos primeros controles, a los 13 y 27 días de lactación, fue significativamente superior (P<0,05) en el tratamiento extensivo, con 1.708 y 1.373 g/día frente a los 1.257 y 956 g/día obtenidos en las ovejas del tratamiento intensivo. Estas diferencias se anularon a los 41 días posparto, presentando ambos lotes producciones no significativamente diferentes (1.257 g/día vs 1.098 g/día para los tratamientos INT y EXT, respectivamente) (tabla 4). La presencia continua de los corderos junto a las madres en el tratamiento EXT pudo tener un efecto positivo sobre la producción de leche en los dos primeros muestreos (Fuertes *et al*., 1998), mientras que, a partir de este momento, la suplementación podría favorecer la tendencia a una mayor persistencia de la lactación en las ovejas del lote INT (Bocquier y Caja, 2001), aunque en el presente estudio no hubo diferencias significativas en el muestreo a los 41 días de lactación. El inicio del pastoreo de los corderos, actividad a la que dedican tiempos entre los 100 y los 400 min/día en el período entre las tres semanas y el destete (Álvarez *et al.*, no publicado), pudo motivar, también, una reducción en el tiempo destinado al amamantamiento y, consecuentemente, una reducción en la producción de leche de las madres del tratamiento EXT.

Tabla 4. Producción (g/día) y composición química (g/100 g) de la leche de ovejas Churro-Tensinas sometidas a dos manejos (extensivo e intensivo), según los días de lactación
Table 4. Milk production (g/day) and composition (g/100g) of Churro-Tensina ewes reared under two managements (extensive vs intensive), according to day of lactation

Componente	13 días de lactación		27 días de lactación		41 días de lactación	
	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
Producción leche (g/día)	1708,0a	1257,3b	1372,7a	956,0b	1098,0	1256,7
Composición química (%)						
Grasa bruta	5,8	5,6	4,3	4,8	5,4	5,1
Proteína bruta	4,5	4,7	4,6	4,7	4,5	4,9
Lactosa	5,5	5,4	5,6	5,6	5,4	5,5
Extracto seco	10,8	10,9	11,0	11,0	10,7	11,1
Producción (g/día)						
Grasa bruta	95,80a	70,10b	59,25	45,97	59,86	64,62
Proteína bruta	76,01a	59,28b	62,63a	45,09b	50,14	60,86
Lactosa	93,89a	68,40b	77,72a	53,45b	59,36	69,36
Extracto seco	183,92a	137,07b	150,72a	105,37b	117,59	139,60

Medias con signos distintos dentro de la misma fila y muestreo son estadísticamente diferentes (P<0,05).

El manejo no influyó (P>0,05) sobre los componentes más importantes de la leche, grasa bruta (GB), PB y lactosa, aunque la leche producida por las ovejas del lote INT presentó una tendencia a un mayor contenido en PB, en consonancia con el hecho de que dietas ricas en almidón favorecen el contenido en proteína bruta (Murphy y O'Mara, 1993) (tabla 4). En cuanto a las producciones diarias de proteína y grasa, se observó que en los dos primeros controles realizados, las producciones diarias de

PB fueron significativamente superiores (P<0,05) en el tratamiento EXT, mientras que en el caso de la GB la producción diaria sólo presentó una superioridad significativa para este lote en el primer control.

La composición en AG de la grasa de la leche se expresa en la tabla 5. Las mayores diferencias entre los tratamientos se registraron en los dos primeros muestreos, observándose diferencias significativas (P<0,01) en la mayoría de los AG, a excepción de los ácido linoleico (C18:2) en el primer muestreo, del ácido pentadecanoico (C15:0) en el segundo muestreo y del ácido butírico (C4) y palmítico (C16:0) en los dos controles. Los contenidos en AG de cadena corta y media (C4 al C15) fueron superiores en los tratamientos EXT (P<0,05), mientras que los de cadena larga (>C16) lo fueron en el INT, excepto el ácido linolénico con valores medios de 1,449 *vs* 1,122 %, respectivamente para EXT *vs* INT (P<0,05). El tercer muestreo realizado no mostró diferencias significativas entre tratamientos.

El contenido en ácido linolénico (C18:3) fue mayor en el tratamiento extensivo, con porcentajes del 1,396, 1,502, 1,180 *vs* 1,066, 1,177 y 1,101 para el primer, segundo y tercer muestreo, respectivamente. Cuando los animales pasan de una dieta en estabulación a pastoreo se observa un incremento rápido y notable de los AG de triple enlace, especialmente el ácido linolénico, principal componente de los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (AGPI n3), mientras que los ácidos grasos de doble enlace, como el ácido linoleico, principal componente del grupo de los ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (AGPI n6), sólo se incrementan ligeramente (Chilliard *et al.*, 2001).

Tabla 5. Composición en ácidos grasos (porcentaje del total) de la grasa de la leche de ovejas raza Churro-Tensinas sometidas a dos manejos (extensivo e intensivo), según los días de lactación
Table 5. Composition of fatty acids (Percentage of total fatty acids) from milk fat of Churro-Tensina ewes reared under two managements (extensive vs intensive), according to day of lactation

Ácido graso (%)	13 días de lactación		27 días de lactación		41 días de lactación	
	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
C_4	4,349	4,262	3,840	3,683	3,659	3,609
C_6	3,794 ^{a}	2,719 ^{b}	3,411 ^{a}	2,318 ^{b}	2,930	3,033
C_8	3,703 ^{a}	2,193 ^{b}	3,502 ^{a}	1,992 ^{b}	2,724	2,838
C_{10}	9,402 ^{a}	4,799 ^{b}	8,954 ^{a}	4,544 ^{b}	7,314	7,850
C_{12}	4,809 ^{a}	2,342 ^{b}	4,509 ^{a}	2,276 ^{b}	3,693	4,020
C_{14}	8,736 ^{a}	4,774 ^{b}	7,348 ^{a}	4,926 ^{b}	7,528	7,666
C_{15}	1,004 ^{A}	0,787 ^{B}	0,951	0,868	1,289	1,199
C_{16}	16,909	16,797	16,328	16,897	17,786	19,029
$C_{16:1}$	0,489 ^{b}	0,983 a	0,633 ^{b}	1,034 ^{a}	0,843	0,901
C_{17}	0,618 ^{b}	1,016 a	0,636 ^{b}	1,037 ^{a}	0,774	0,740
C_{18}	12,262 ^{b}	15,717 a	13,711 ^{II}	16,189 ^{I}	16,410	14,780
$C_{18:1}$	25,438 ^{b}	35,184 a	28,172 ^{b}	36,303 ^{a}	27,394	26,773
$C_{18:2}$	1,719	2,154	1,198 ^{b}	1,839 ^{a}	1,256 ^{B}	1,693 ^{A}
$C_{18:3}$	1,396 ^{A}	1,066 ^{B}	1,502 ^{I}	1,177 ^{II}	1,180	1,101

Medias con superíndices distintos son estadísticamente diferentes dentro de cada fila y muestreo (I ↑ II, P< 0,05; A ↑ B, P< 0,01; a ↑ b, P< 0,001).

Si se agrupan los AG según el grado de insaturación (tabla 6) se observa que el tratamiento INT presentó siempre un mayor contenido en AG insaturados (AGI), tanto monoinsaturados (AGMI) como poliinsaturados (AGPI), aunque únicamente fueron significativamente superior los porcentajes de AGMI (P<0,001). Por el contrario dicho tratamiento presentó un menor contenido en AG saturados (AGS) durante el primer mes de lactación (P<0,05) mientras que en el último muestreo no se observaron diferencias (P>0,05), presentando los dos tratamientos un contenido similar. Como consecuencia de ello el tratamiento INT presentó una mayor relación AGPI/AGS que únicamente fue significativa (P<0,05) a los 27 días de lactación. El tratamiento EXT tuvo un menor contenido en AGMI y un mayor contenido en AGS (tabla 6), lo que explica la disminución de la relación AGPI/AGS, resultados acordes con los encontrados por Dhiman *et al*. (1999).

En cuanto a la relación C18:2/C18:3 destacamos que fue siempre menor para la leche procedente de las ovejas del lote extensivo (P<0,05) en los tres controles realizados, lo que está de acuerdo con la premisa de que las dietas ricas en forrajes reducen dicha relación (French *et al.,* 2000; Enser *et al.,* 1998).

El último muestreo, realizado a los 41 días de lactación, mostró escasas diferencias tanto a nivel de producción como de composición de la leche. Cardellino y Benson (2002) indican que las mayores diferencias siempre se encuentran al inicio de la lactación y van disminuyendo a medida que ésta avanza.

Tabla 6. Composición en ácidos grasos (porcentaje del total) de la grasa de la leche de ovejas *Churro-Tensinas* sometidas a dos manejos (extensivo e intensivo), según los días de lactación, agrupados por el grado de saturación: saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI), junto con las relaciones AGS/AGPI y C18:2 / C18:3

Table 6. Composition of fatty acids (Percentage of total Fatty acids) from milk fat of Churro-Tensina ewes reared under two managements (extensive vs intensive), according to day of lactation and grouped by the degree of saturation: saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), and polyunsaturated fatty acids (PUFA), and relations between SFA/PUFA and C18:2 / C18:3

	13 días de lactación		27 días de lactación		41 días de lactación	
	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
AGS	65,59 ^{a}	55,41 ^{b}	63,19 ^{a}	54,73 ^{b}	64,11	64,76
AGMI	25,93 ^{b}	36,17 ^{a}	28,81 ^{b}	37,34 ^{a}	28,24	27,67
AGPI	3,11	3,22	2,70	3,02	2,44	2,79
AGPI/AGS	0,05	0,06	0,04 ^{B}	0,06 ^{A}	0,04	0,04
C18:2/C18:3	1,25 ^{B}	2,10 ^{A}	0,83 ^{b}	1,63 ^{a}	1,11 ^{B}	1,54 ^{A}

Medias con superíndices distintos son estadísticamente diferentes dentro de cada fila y muestreo (A ↑ B, P< 0,01; a ↑ b, P< 0,001).

Crecimiento de los corderos

Los pesos de los corderos al nacimiento, a los 52±0,86 días (destete del tratamiento intensivo) no presentaron diferencias significativas (P>0,05) entre tratamientos (tabla 7). El peso medio al nacimiento encontrado fue ligeramente inferior al reseñado por

Olleta *et al.* (1992) y Casasús *et al.* (1996) en la misma raza, pudiendo ser debido al efecto del año, ya que las ovejas finalizaron su gestación en pastoreo sin recibir suplementación alguna (Casasús *et al.,* 1994).

El peso a los 52 días, que corresponde con el destete del tratamiento INT, fue similar entre tratamientos (P>0,05), aunque el valor de la media de los corderos INT fue 0,9 kg más que la media de los EXT, lo que puede ser debido al inicio de ingestión de pienso por parte de los corderos y a la mayor producción de leche de sus madres observada al final de la lactación. El peso al sacrificio fue prefijado con el objetivo de ajustarse a la categoría comercial más demandada en Aragón (22-24 kg, PV).

Durante la primera etapa estudiada (nacimiento a los 52 días de vida), la Ganancia Media Diaria (GMD) de los corderos de ambos tratamientos fue similar entre ellos, con valores de 253 y 273 g para el extensivo e intensivo respectivamente (tabla 7). El efecto del sistema de manejo sobre la GMD fue significativo (P<0,01) en la etapa que transcurre entre los 52 días de vida (destete en INT) y el sacrificio y en el periodo de estudio global (nacimiento-sacrificio) (tabla 7). En el conjunto de la experiencia, la GMD de los corderos del tratamiento extensivo, 242 g, fue satisfactoria y estuvo acorde con los resultados reseñados para la raza Churra-Tensina por Olleta *et al.* (1992) y Casasús *et al.* (1994; 1996) en condiciones similares de explotación.

Tabla 7. Peso vivo, ganancia media diaria (GMD, g), ingestión de pienso y tiempo transcurrido (días) observados en corderos Churro-Tensinos sometidos a dos manejos (extensivo e intensivo), según intervalos de su desarrollo

Table 7. Body weight, average daily growth (ADG, g) and time spent(days) observed in lambs Churro-Tensinos reared under two managements (extensive vs intensive), according to the development interval

Intervalo	Extensivo	Intensivo	RSD	Efecto
Peso vivo de los corderos (kg)				
Nacimiento	3,6	3,6	0,5	n.s.
Destete[1]	17,0	17,9	2,7	n.s.
Sacrificio	23,0	23,1	0,9	n.s.
GMD (g)[2]				
Nacimiento-destete	253	273	0,037	n.s.
Destete-sacrificio	217	292	0,067	**
Nacimiento-sacrificio	242	281	0,034	**
Pienso consumido (Kg)				
Nacimiento-destete	-	9,3		
Destete-sacrificio	-	30,0		
Nacimiento-sacrificio	-	39,3		
Días transcurridos				
Nacimiento-destete	52,8	52,4	5,3	n.s.
Destete-sacrificio	29,1	18,9	12,6	*
Total	81,9	71,3	10,8	**

[1] Destete= Corresponde a los 52 días de vida, momento en el que los corderos del lote INT fueron destetados.
[2] GMD= ganancia media diaria (g) calculada por regresión lineal entre el peso vivo y la edad del cordero, n.s.: P>0,05; *: P<0,05; **: P<0,01.

El mayor crecimiento de los corderos INT se tradujo en una reducción del tiempo requerido para alcanzar el PV de sacrificio de 22-24 kg (tabla 7). Los corderos EXT necesitaron 81,9 días mientras que los INT en 71,3 días de vida alcanzaban el peso final ($P<0,05$), Olleta *et al.* (1992) también observaron una reducción significativa del periodo necesario para alcanzar el peso al sacrificio en corderos de la misma raza explotados en condiciones similares a las nuestras.

Los corderos del tratamiento intensivo consumieron una media inferior a 40 kg de pienso durante todo el período experimental (tabla 7). Este consumo fue muy superior al observado por Alvarez (2005) trabajando en las mismas condiciones experimentales, aunque similar al registrado por Joy *et al.* (2005) en corderos Rasa Aragonesa pastando praderas de alfalfa, seguramente a consecuencia de la importancia del factor año en los sistemas extensivos de producción, que se traduce en importantes variaciones cuantitativas y cualitativas en la composición del pasto y por lo tanto en la cantidad y calidad de la leche producida por las madres (Casasús *et al.*, 2002).

Conclusiones

Pese a los menores crecimientos diarios observados en los corderos del lote EXT, los resultados obtenidos muestran la posibilidad de la raza Churra Tensina para producir corderos exclusivamente en pastoreo, en un tiempo sólo ligeramente superior al experimentado mediante un manejo basado en la oferta de concentrado durante todo el ciclo productivo y un destete a partir del día 50 de vida, con un consumo medio cercano a los 40 kg de concentrado por animal. Los corderos producidos bajo el sistema de manejo extensivo pueden suponer una alternativa válida en un proceso de "diversificación productiva" de las explotaciones de montaña, basada en la oferta estacional de un producto "diferente" y que podría enfocarse al mercado local durante los meses de verano. El manejo extensivo seguido podría ser, así mismo, un modelo a seguir por las explotaciones que opten por la producción ecológica, ya que las pautas seguidas en el mismo son totalmente compatibles con la reglamentación actualmente existente.

El manejo extensivo se ha traducido en cambios significativos en la composición de la grasa de la leche, en el sentido de una disminución en la relación C18:2/C18:3. Es preciso continuar los estudios relativos a como esta diferente composición de la grasa de la leche puede repercutir en la composición cualitativa de la grasa de los corderos producidos.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado por el INIA (proyecto RTA03-031). Los autores desean agradecer al personal del CITA por su apoyo técnico en el desarrollo de la experiencia. Deseamos expresar nuestro agradecimiento a S. Tort y a G. Bleriot por su colaboración. Un muy especial agradecimiento a **Angel Bergua** (en memoria) por su gran ilusión en el cuidado del rebaño utilizado y sin cuya ayuda y predisposición dicho trabajo no se hubiera podido realizar.

Bibliografía

Addis M, Cabiddu A, Pinn G, Decandia M, Pierda G, Pirirsi A, Molle G, 2005. Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9, trans-11.J: Dairy Sci. 88: 3443-3454.

Alzón M, Arana A, Santamaría C, Mendizábal JA, Erburu JA, Eguinoa P, Purroy A, 2001. Producción de corderos en praderas. I. Influencia sobre el desarrollo y metabolismo del tejido graso. IX Jornadas sobre producción animal. ITEA Vol extra 22: 634-636.

Álvarez J, 2005. Extensificación ovina en zonas de montaña: Estrategias de manejo durante la lactación en ovejas churra tensina con parto en primavera. Proyecto fin de carrera. Universitat de Lleida.

Association of Oficial Analytical Chemists, 1999. Official methods of Analysis, 16th edition AOAC International, Maryland, USA.

Blackburn HD, Snowder GD, Glimp H, 1991. Simulation of lean lamb production systems. J. Anim. Sci. 69: 115-124.

Bocquier F, Caja G, 2001. Production et composition du lait de brebis: effets de l'alimentation. INRA Prod. Anim. 14: 129-140.

Boletín Oficial del Estado, 1979. BOE núm. 208

Canali G, Consortium E, 2006. Common agricultural policy reform and its effects on sheep and goat market and rare breeds conservation. Small Rum. Res. 62: 207-213.

Cardellino RA, Benson ME, 2002. Lactation curves of commerciant ewes rearing lambs. J. Anim. Sci. 80: 23-27.

Casasús I, San Juan L, Bergua A, Olleta JL, Revilla R, 1994. La Oveja Churra Tensina: caracterización productiva y reproductiva. XIX Reunión Cientifica de la Sociedad Española de Ovinotécnia y Caprinotécnia, Burgos, págs. 401-408.

Casasús I, Choquecallata J, Bergua A, Sanz A, Revilla R, 1996. Extensificación de la producción ovina: un ejemplo de explotación en zonas de montaña. Actas de la XXXVI Reunión Científica de la S.E.E.P.: 313-317. Logroño.

Casasús I, Sanz A, Villalba D, Ferrer R, Revilla R, 2002. Factors affecting animal performance during the grazing season in a mountain cattle production system. J. Anim. Sci. 80: 1638-1651.

Chilliard Y, Ferlay A, Doreau M, 2001. Effect of different types of forages, animal fat or marine oil in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. Livestock Production Science, 70: 31-48.

Chilliard Y, Ferlay A, Mansbridge RM, Doreau M, 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans conjugated fatty acids. Ann. Zootech. 49: 151-205.

Coleman SW, Gallavan RH, Phillips WA, Volesky JD, Rodríguez S, 1995a. Silage or limit-fed grain growing diets for sterrs: II. Empty body and carcass composition. J. Anim. Sci. 73: 2621-2630

Coleman SW, Gallavan RH, Williams CB, Phillips WA, Volesky JD, Rodríguez S, Bennett GL, 1995b. Silage or limit-fed grain growing diet for steers: I. Growth and carcass quality. J. Anim. Sci., 73: 2609-2620.

Corcoran K, Bernues A, Manrique E, Pacchioli T, Baines R, Boutonnet JP, 2001. Current consumer attitudes towards lamb and beef in Europe. Proceedings of Production systems and product quality in sheep and goats. Options méditerrannées.- Serie -A- Séminaires-Méditerranneens 46: 75-79.

Dhiman TR, Anand GR, Satter LD, Pariza MW, 1999. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. J. Dairy Sci. 82: 2146-2156.

Doney JM, Peart JN, Smith WF, Louda F, 1979. A consideration of the techniques for estimation of milk yield by suckled sheep and a comparison of estimates obtained by two methods in relation to the effect of breed, level of production and stage of lactation. J. Agric. Sci., Camb. 92: 123-132.

Ely DG, Glenn BP, Mahyuddin M, Kemp JD, Thrift FA, Deweese WP, 1979. Drylot vs pasture: early-weaned lamb performance to two slaughter weights. J. Anim. Sci. 48 (1): 32-37.

Enser M, Hallett KG, Hewett B, Fursey GAJ, Wood JD, Harrington G, 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in

relation to production system and implications for human nutrition. Meat Sci. 49 (3): 329-341.

French P, Stanton C, Lawless F, O'Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PY, Moloney AP, 2000. Fatty acid composition, including conjugated linolenic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. J. Anim. Sci. 78: 2849-2855.

Fuertes JA, Gonzalo C, Carriedo JA, San Primitivo F, 1998. Parameters of test day milk yield and milk components for dairy ewes. J. Dairy Sci. 81: 1300-1307.

Gorraiz C, Indurain G, Villanueva I, Goñi V, Alzueta MJ, Sariés V, Eguinoa P, Beriain, MJ, Purroy A, 2001. Producción de corderos en praderas. II. Influencia sobre la calidad de la carne. IX Jornadas sobre producción animal. ITEA Vol. Extra 22: 637-639.

Joy M., Delgado I, Muñoz F, Delfa R, 2005. Efecto del pastoreo de alfalfa en el cebo de corderos de Raza Rasa Aragonesa. XLV Reunión científica de la SEEP. Producciones Agroganaderas: Gestión Eficiente y Conservación del Medio Natural. Volumen I: 245-251. Gijón, Asturias.

Khanal RC, Dhiman TR, Ure AL, Brennand CP, Boma RL, McMahon DJ, 2005. Consumer acceptability of conjugated linoleic acid-enriched milk and cheddar cheese from cows grazing on pasture. J. Dairy Sci. 88: 1837-1847.

McClure KE, Van Keuren RW, Althouse PG, 1994. Performence and carcass characteristics or weaned lambs either grazed on chardgrass, ryegrass or alfalfa or fed all-concentrate diets in drylot. J. Anim. Sci. 72: 3230-3237.

McClure KE, Solomon MB, Parret NA, Van Keuren RW, 1995. Growth and tissue accretion of lambs def concentrate in drylot, grazed on alfalfa or ryegrass at weaning, or after backgrounding on ryegrass. J. Anim. Sci. 73: 3437-3444.

Murphy JJ, O'Mara F, 1993. Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on the dairy industry. Livestock Production Science 35: 117-134.

Nardone A, Zervas G, Ronchi B, 2004. Sustainability of small ruminant organic systems of production. Livestock Production Science 90: 27-39

Olleta JL Sierra I, Sañudo C, 1992. Producción de carne en la agrupación ovina churra tensina: cordero pastenco y de cebo. ITEA, Vol. 88 (2): 119-128.

Palmquist DL., Beaulieu AD, Barbano DM, 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. J. Dairy Sci. 76: 1753-1771.

Rancourt M. de, Fois N., Lavín M.P., Tchakérian E., Vallerand F., 2006. Mediterranean sheep and goats production: an uncertain future. Small Rum. Res. 62: 167-179.

Reglamento (CEE) nº 2092/91 del consejo, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Marzo 2001.

Russel AJF, Doney JM, Gunn RG, 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. J. Agric. Sci., Camb. 72: 451-454.

SAS Institute Inc. (1999) Version 8.1, Cary N.C. USA.

Schroeder GF, Delahoy JE, Vidaurreta I, Bargo F, Gagliostro GA, Muller LD, 2003.Milk fatty acid composition of cows fed total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. J. Dairy Sci. 86: 3237-3248.

Teixeira A, Delfa R, Albertí P, 1996. Influence of production factors on the characteristics of meat from ruminants in Mediterranean area. In "Basis of the quality of typical Mediterranean animal products". EAAP Publication nº 90, pp. 315-319.

Teixeira A, Batista S., Delfa R, Cadavez V., 2005. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed sex and live weight. Meat Sci. 71: 530-536.

Valderrábano J., Folch J. 1984. Producción intensiva de corderos en praderas de regadío. Primeros resultados. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie: Ganadera 21: 23-34.

Velasco S, Cañeque V, Pérez C, Lauzurica S, Díaz MT, Huidobro F, Manzanares C, González J, 2001. Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. Meat Sci. 59: 325-333.

Young OA, Cruickshank GJ, MacLean KS, Muir PD, 1994. Quality of meat from lambs graze on seven pasture species in Hawkes Bay. New Zealand J. of Agricultural Research 37: 177-186.

Zea J, Díaz MD, 2001. Estudio comparativo de la suplementación energética a los ensilados de alfalfa o pradera y su efecto en el comportamiento de terneros. XLI Reunión científica de la S.E.E.P.: 367-372.

Zervas G, Hadjigeorgiou I, Zabeli G, Koutsotolis K, Tziala C, 1999. Comparison of a grazing-with an indoor-system of lamb fattening in Greece. Livestock Production Science 61: 245-251.

Zygoyiannis D, Katsaouni N, Stamataris C, Arsenos G, Tsaras L, Doney J, 1999. The use of nutritional management after weaning for the production of heavier lamb carcasses from greek dairy breeds. Livestock Production Science 57: 279-289.

(Aceptado para publicación el 12 de junio de 2006)

Fe de erratas

En el artículo *"Evaluación genética del tamaño de camada en sucesivos partos en una línea materna de cerdos Large White"* del número 102(2), hemos advertido una errata entre las páginas 127 y 128 se dice 'La proporción de la varianza de los coeficientes de regresión aleatoria genético aditivos explicada por los términos constante, linear y cuadrático de LG(2) fue respectivamente de 0,973, 0,017 y 0,019'. Sin embargo debe decir 'La proporción de la varianza de los coeficientes de regresión aleatoria genético aditivos explicada por los términos constante, lineal y cuadrático de LG(2) fue respectivamente de 0,783, 0,143 y 0,074'.

El artículo *"Producción de leche y crecimiento de los corderos de ovejas de raza 'Churra-Tensina' explotadas en primavera bajo dos condiciones de manejo"* M. Joy, R. Revilla, S. Gracia, R. Delfa del número 102(3): 314-318, se reproduce de nuevo debido a un error de imprenta.

PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2006 DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) acordó en Asamblea General celebrada en mayo de 1983, instaurar un premio anual de Prensa Agraria, con el objetivo de hacer destacar aquel artículo de los publicados en ITEA que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo, y que refleje a juicio del jurado, el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario.

El día 9 de abril de 1987, la Junta Directiva de AIDA aceptando la propuesta del Jurado del Premio ITEA 1986 instituyó dos premios; uno para los artículos publicados en la sección de Producción Animal y otro para aquellos que aparezcan en la sección de Producción Vegetal.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podran concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2006. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
   a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
   b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
   c) Director Gerente del CITA-Gobierno de Aragón.
   d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
   e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. Los premios serán anuales y con una dotación de 300 € cada uno.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.

CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2004-05-06

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	4 Oct. 04/ 10 Jun. 05	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA: SEGUROS AGRARIOS	22-26 Nov. 04	Zaragoza	IAMZ/MAPA-ENESA/ OCDE/AECI
	USO DE LOS MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA VEGETAL	17-28 Ene. 05	Cabrils	IAMZ/IRTA
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	26 Sep. 05/ 31 Mayo 06	Córdoba	UCO/CAP-JA/ CSIC/COI/IAMZ
	DISEÑO Y ANÁLISIS DE SERIES DE ENSAYOS: MÉTODOS CLÁSICOS Y BASADOS EN QTLS	12-23 Sep. 05	Zaragoza	IAMZ/Generation Challenge Program
	AGRICULTURA DE REGADÍO SOSTENIBLE EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA: GESTIÓN DE INSUMOS Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	14-25 Nov. 05	Zaragoza	IAMZ
	HORTICULTURA INTENSIVA Y MEDIO AMBIENTE	16-20 Ene. 06	Zaragoza	IAMZ
	CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL PARA LA PLANIFICACIÓN AGRARIA Y EL MANEJO DE CULTIVOS EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	7-17 Mar. 06	Zaragoza	IAMZ/ICARDA
	ALIMENTOS FUNCIONALES: BASES CIENTÍFICAS Y OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR AGROALIMENTARIO	3-7 Abr. 06	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	13-17 Sep. 04	Zaragoza	IAMZ/FAO/OIE
	TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS CÁRNICOS: SISTEMAS Y TÉCNICAS	13-17 Dic. 04	Zaragoza	IAMZ
	VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE OVINOS Y CAPRINOS EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA. TECNOLOGÍAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS DE MERCADO	7-18 Feb. 05	Pamplona	IAMZ/Univ. Pública de Navarra
	TÉCNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL	4-8 Abr. 05	León	IAMZ/Univ. León
	PRODUCCIÓN ANIMAL Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	2-7 Mayo 05	Fonte Boa	IAMZ/EZN
	*PRODUCCIÓN ANIMAL	3 Oct. 05/9 Jun. 06	Zaragoza	IAMZ

(*) **Cursos de Especialización Postuniversitaria** del correspondiente Programa Master of Science (*marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 04-05; 06-07; 08-09
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 03-04; 05-06; 07-08
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 03-04; 05-06; 07-08
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 04-05; 06-07; 08-09
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 03-04; 05-06; 07-08
- ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA: 04-05; 06-07; 08-09
- ACUICULTURA: 04-05; 06-07; 08-09

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora Genética Vegetal, Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2002. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente, Economía y gestión de la actividad pesquera y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2004. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y elaiotecnia finaliza el 15 de Abril 2005. El plazo de inscripción para los cursos de Producción animal y Marketing agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2005.

Los **cursos de corta duración** están orientados preferentemente a investigadores y profesionales relacionados en el desarrollo de sus funciones con la temática de los distintos cursos. El plazo de inscripción para los cursos de corta duración finaliza 90 días antes de la fecha de inicio del curso.

Becas. Los candidatos de países miembros del CIHEAM (Albania, Argelia, Egipto, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Malta, Marruecos, Portugal, Túnez y Turquía) podrán solicitar becas que cubran los derechos de inscripción, así como becas que cubran los gastos de viaje y de estancia durante el curso. Los candidatos de otros países interesados en disponer de financiación deberán solicitarla directamente a otras instituciones nacionales o internacionales.

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	PROGRAMAS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	27 Sep./1 Oct. 04	Zaragoza	IAMZ/MMA-DGB/ FAO/AECI
	*PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	4 Oct. 04/ 10 Jun. 05	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES	24 Ene./4 Feb. 05	Zaragoza	IAMZ
	RESTAURACIÓN FORESTAL EN LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN: INNOVACIONES, CONTROL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	19-25 Sep. 05	Zaragoza	IAMZ/REACTION/ CE-DGInvestigación
	NUEVAS ESTRATEGIAS PARA LA PLANIFICACIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	12-16 Dic. 05	Zaragoza	IAMZ
	MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA SEQUÍA: MÉTODOS, TÉCNICAS Y ALTERNATIVAS DE GESTIÓN	12-16 Feb. 06	Aleppo	IAMZ/ICARDA/FAO
	DIAGNÓSTICO, SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE LA SALUD DE LOS BOSQUES	20-25 Feb. 06	Zaragoza	IAMZ
	BALANCE DE CARBONO EN SISTEMAS AGRARIOS Y FORESTALES: EL POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES Y LOS COMPROMISOS DEL PROTOCOLO DE KIOTO	27-31 Mar. 06	Barcelona	IAMZ/CREAF
	LOS INDICADORES AMBIENTALES COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL MEDIO RURAL	8-12 Mayo 06	Zaragoza	IAMZ
	SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE ZONAS RURALES	12-16 Jun. 06	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO E N EL COMERCIO INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	18-22 Oct. 04	Zaragoza	IAMZ/OMC
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO: NORMATIVAS, SISTEMAS Y REPERCUSIONES EMPRESARIALES	7-11 Mar. 05	Zaragoza	IAMZ
	TRAZABILIDAD Y ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS: RESPUESTA A LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y DE MERCADO	14-18 Mar. 05	Zaragoza	IAMZ
	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	11-22 Abr. 05	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING EN EL MERCADO INTERNACIONAL DEL VINO	16-20 Mayo 05	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	3 Oct. 05/9 Jun. 06	Zaragoza	IAMZ
PESCA Y AGRICULTURA	DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE ENFERMEDADES DE PECES EN ACUICULTURA MARINA MEDITERRÁNEA	13-24 Sep. 04	Santiago de Compostela	IAMZ/Univ. Santiago de Compostela
	*ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	27 Sep. 04/ 18 Mar. 05	Barcelona	Univ. Barcelona/ MAPA/FAO/IAMZ
	*ACUICULTURA	6 Oct. 04/ 8 Abr. 05	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
	DISEÑO Y GESTIÓN DE CRIADEROS DE MOLUSCOS BIVALVOS	14-19 Feb. 05	Zaragoza	IAMZ/FAO
	ESTABLECIMIENTO Y GESTIÓN DE AREAS MARINAS PROTEGIDAS DE INTERÉS PESQUERO	7-12 Mar. 05	Palma de Mallorca	IAMZ/IEO
	USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN PESCA Y ACUICULTURA	13-24 Jun. 05	Zaragoza	IAMZ/AECI
	TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS DEL MAR: SISTEMAS Y TÉCNICAS	17-21 Oct. 05	Zaragoza	IAMZ/FAO
	MEJORAS TECNOLÓGICAS EN ARTES DE PESCA PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE	6-10 Feb. 06	Zaragoza	IAMZ
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	24-28 Abr. 06	Murcia	IAMZ/CAA-CARM
	CULTIVO DE ALGAS MARINAS: TÉCNICAS, USOS Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO	22-26 Mayo 06	Zaragoza	IAMZ

Información e inscripción. Los folletos informativos de cada curso se editan 6-8 meses antes de la fecha de inicio. Dichos folletos, así como los correspondientes formularios de inscripción pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

INFORMACIÓN PARA AUTORES

De acuerdo con los fines de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) ITEA publica artículos que hagan referencia a los distintos aspectos de las ciencias agro-alimentarias, cuyo contenido sean resultados obtenidos, descripción de métodos, técnicas o materiales, presentación de nuevas ideas, etc. El envío de un artículo para que se considere su publicación en ITEA implicará que el mismo no haya sido publicado o enviado para publicar en cualquier otro medio de difusión y ha de indicarse expresamente en la carta que acompaña al artículo original. Los derechos sobre todos los artículos o ilustraciones publicados serán propiedad de ITEA, que deberá recibir por escrito la cesión, una vez aceptado el articulo. Sólo los resúmenes de los mismos podrán ser reimpresos.

Se enviarán tres copias en una versión reciente de Word para Windows. La extensión máxima será de 25 folios de texto mecanografiado a doble espacio, tablas y figuras incluidos. Los artículos que superen dicha extensión serán considerados sólo excepcionalmente. Los autores deberán aceptar cualquier modificación editorial en la presentación de los artículos. Los artículos se remitirán a evaluadores expertos en el tema y el autor recibirá las indicaciones que deberán ser atendidas. En caso de desacuerdo, el autor deberá justificarlo debidamente por escrito. Una vez realizadas las correcciones, el autor enviará un sólo ejemplar mecanografiado y una copia en disquete o por correo electrónico. Terminado el proceso de evaluación, se enviará una carta de aceptación al remitente. Los autores recibirán las primeras pruebas de impresión que deberán ser revisadas y devueltas rápidamente a la Redacción. El retraso en el retorno de las pruebas determinará que el artículo sea publicado con las correcciones del Editor.

La publicación de un artículo de ITEA no implica responsabilidad o acuerdo de ésta con lo expuesto, significando solamente que el Comité de Redacción lo considera de suficiente interés para ser publicado. Una vez publicado, los autores recibirán 25 separatas del artículo. El autor podrá encargar separatas adicionales, en cuyo caso se le informará previamente del coste que correrá por cuenta del propio autor. Los originales serán mecanografiados en castellano y enviados a:

Sr. Director de la Revista ITEA
Apartado 202
50080 ZARAGOZA

Los originales deberán mecanografiarse a doble espacio en hojas de tamaño DIN A4, dejando márgenes amplios. Cada página estará numerada, utilizándose hojas separadas para las referencias bibliográficas, las tablas, las figuras y los pies de figuras.

Al principio de cada trabajo se indicará:

- Título. El título no deberá incluir abreviaturas ni fórmulas químicas (excepción de los símbolos químicos para indicar isótopos), y se procurará que sea lo más breve posible.
- Apellido del autor o autores, precedidos de las iniciales del nombre.
- Dirección postal, indicando el autor a quien se va a dirigir la correspondencia, el teléfono y su dirección de correo electrónico.

En la redacción de los trabajos se deberá prestar atención especial al estilo, puntuación, disposición lógica y jerárquica de títulos y subtítulos y al empleo de abreviaturas, las cuáles no deberán utilizarse en el resumen; en el texto deberán aparecer juntas la abreviatura y el nombre completo la primera vez que aparezcan. Se aplicará el Sistema Internacional de Unidades

Dada la diversidad de las colaboraciones que pueden interesar a los lectores de ITEA, se mantendrá un criterio amplio en cuanto se refiere al plan de redacción de los mismos. En general se procurará mantener una disposición lógica, considerando cuidadosamente la jerarquía de títulos, subtítulos y apartados. Se evitará la separación innecesaria de parte del texto en forma de anexos. Todas las colaboraciones constarán en primer lugar de un resumen corto de unas 200 a 250 palabras. Dicho resumen deberá ser comprensible por sí mismo y sin referencias al artículo. Tras el resumen se incluirán las palabras clave, separadas por comas, que sin exceder el número de seis podrán incluir el nombre científico y vulgar de las especies objeto de estudio y la técnica relevante utilizada. En lo posible se evitará incluir palabras que ya figuren en el título y en el resumen, tratando de utilizar sinónimos y palabras derivadas. Además, se adjuntará la traducción al inglés del título, del resumen y de las palabras clave.

En el caso de artículos experimentales, se seguirán los siguientes apartados: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión. La introducción deberá explicar la finalidad del artículo. El tema se expondrá de la manera más concisa posible, utilizando un vocabulario preciso y directo. Deberá asimismo, quedar claro qué partes del artículo representan contribuciones propias y cuáles corresponden a aportaciones de otros trabajos. Se podrá incluir un apartado de Agradecimientos antes de la Bibliografía.

Los trabajos experimentales de extensión reducida, podrán publicarse como Nota Técnica. No excederán de 2.000 palabras, incluidos tablas o ilustraciones y deberán incluir la traducción al inglés del Título, Resumen y Palabras Clave.

Además:

- los nombres latinos de géneros, especies y nombres de variedades deben ponerse en cursiva. Los nombres de cultivares entre comillas simples (p.ej., 'Sugar Baby')

- los nombres de los productos químicos deben comenzar con minúsculas (p. ej., progesterona en vez de Progesterona; sulfato de metilo en vez de Sulfato de Metilo).
- los nombres y fórmulas químicas se nombrarán según las normas IUPAC (p. ej., H_2SO_4 en vez de SO_4H_2) y los comerciales se escribirán con la inicial en mayúscula (p.ej., Foligón, Sincrozoo, etc.,);
- las llamadas en nota a pie de página o cuadro, que deberán ser las menos posibles y, en todo caso, hechas mediante números correlativos entre paréntesis; ejemplo (1), (2), evitando el uso de asteriscos, letras o cualquier otro signo
- el nivel de significación estadística, * = p<0,05; ** = p<0,01; ***= p<0,00l; NS = no significativo, no necesitan explicación.

Tablas y Figuras

- El número de tablas y figuras será reducido al mínimo necesario, y los datos no deben ser presentados al mismo tiempo en forma de tabla y de figura.
- Las tablas, dibujos, gráficos, mapas y fotografías deben acompañarse separadamente al texto, aunque señalando su emplazamiento aproximado. Los dibujos, gráficos, mapas y fotografías deben incluirse como figuras. Las tablas y figuras deben llevar numeración diferente y estar citadas en el texto.
- Los encabezamientos de tablas y los pies de figura deben redactarse de modo que el sentido de la ilustración pueda comprenderse sin necesidad de acudir al texto. Además, se deberá incluir su traducción al inglés. Los gráficos, dibujos y mapas serán presentados con la mayor calidad posible y en blanco y negro excepto en casos excepcionales que deberán ser aceptados por la revista.

Bibliografía

Sólo deberán citarse aquellas referencias relacionadas con el trabajo o que contribuyan a la comprensión del texto. Los autores deben evitar las relaciones exhaustivas de referencias, salvo en el caso de revisiones bibliográficas.

Las referencias en el texto deben hacerse siguiendo los siguientes ejemplos: (Padilla, 1974), (Vallace y Raleigh, 1967), (Vergara et al., 1994). Los nombres de entidades u organismos que figuren como autores, por ejemplo: Dirección General de la Producción Agraria (DGPA), deberán citarse completos en la Bibliografía la primera vez. Las referencias múltiples se harán según se indica en el siguiente ejemplo: (Martinez et al., 1971 y 1979; Ayala y Ortega, 1977). Cuando de un mismo autor o autores exista más de una referencia del mismo año de publicación, se distinguirán unas de otras añadiendo una letra del alfabeto, en minúscula y comenzando por a, al año de publicación (Lorenzo, 1966a; Aparisi, 1970a y b). Si las citas deben hacerse formando parte de la frase en el texto, sólo el año de publicación figurará entre paréntesis: ... como indicaban Gómez et al. (1969) ...

Al final del trabajo y precedida del apartado Bibliografía se hará constar una lista de todas las referencias utilizadas en el texto. Esta lista deberá ordenarse alfabéticamente según el nombre del primer autor de cada trabajo referido. En el caso de incluir varios trabajos del mismo autor, éstos se ordenarán por orden cronológico. En el caso de menciones como "Comunicación personal", "Resultados no publicados", éstas no se harán constar en la Bibliografía.

Ejemplos:

Artículos en revistas:

Demarquilly C, 1969. Valeur alimentaire du maïs fourrage, I.Composition chimique el digestibilité du maïs sur pied. Ann. Zootech. 18: 17-32.

Herrero J, Tabuenca MC, 1966. Épocas de floración de variedades de hueso y pepita. An. Aula Dei 8: 154-167.

Tabuenca MC, 1968a. Necesidades de frío invernal de variedades de peral. An. Aula Dei 9: 1-9.

Tabuenca MC, 1968b. Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero. An. Aula Dei, 9: 10-24.

Vallace JD, Raleigh RJ, 1967. Protein intake and exercise for pregnant heifers. J. Anim. Sci. 26: 931-936.

Vergara H, Gallego L, Molina A, Torres A, 1994. Efecto del nivel de reservas corporales de las ovejas en el parto y del tipo de cría sobre el crecimiento de corderos de raza manchega. ITEA 90: 73-80.

Comunicaciones de Congresos:

Angel I, 1972. The use of fasciculate form (determinate habit) in the breeding of new Hungarian pepper varieties. Third Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum, 17-24, Universidad de Turín (Italia).

Capítulos de libros:

Gamborg OL, 1984. Plant cell cultures: nutrition and media, pp. 18-26. En: IK Vasil (Ed.). Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. Vol. 1, 825 pp. Academic Press, USA

Para obtener información adicional envíe un mensaje a: mferruz@aragob.es

INSCRIPCIÓN EN AIDA

* Si desea Ud. pertenecer a la Asociación, rellene la ficha de inscripción así como la carta para la domiciliación del pago de la cuota de asociado y envíelas a AIDA. Aptdo. 727. 50080 Zaragoza.

El abajo firmante solicita su inscripción como miembro de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.

Apellidos..... Nombre.....

Dirección postal .....

Teléfono .....

Profesión..... Empresa de trabajo.....

Área en que desarrolla su actividad profesional .....

CUOTA ANUAL: Firma.

❏ ITEA 30 €

FORMA DE PAGO:

❏ Cargo a cuenta corriente o libreta
❏ Cheque bancario
❏ Cargo a tarjeta
❏ VISA
❏ MASTERCARD

Tarjeta número:
□□ □□□□□□□□□□□□□□

Fecha de caducidad: /

SR. DIRECTOR DE.....

Muy Sr. mío:

Ruego a Vd. se sirva adeudar en la cuenta cte./libreta n.º..... que matengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la "Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario".

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS: .....

SUCURSAL: .....

DIRECCIÓN CALLE/PLAZA: ..... N.º .....

CÓDIGO POSTAL: .....

POBLACIÓN: .....